

# **Cultivo *ex situ* de Propágulos de *Rhizophora mangle* L. em diferentes concentrações salinas**

**Kamyla da Silva Pereira Amorim**

**Dissertação de Mestrado em Biodiversidade Tropical**

**Mestrado em Biodiversidade Tropical**

**Universidade Federal do Espírito Santo**

**São Mateus, Abril de 2015**

**Cultivo *ex situ* de Propágulos de *Rhizophora mangle* L. em diferentes concentrações salinas**

**Kamyla da Silva Pereira Amorim**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Biodiversidade Tropical.**

**Aprovada em:**

---

**Prof. Dra. Mônica Maria Pereira Tognella - Orientadora, UFES**

---

**Prof. Dra. Andréia Barcelos Passos Lima Gontijo - Co-orientadora, UFES**

---

**Prof. Dr. Adriano Alves Fernandes - Co-orientador, UFES**

---

---

**Prof. Dr. Mário Luiz Gomes Soares, UERJ**

---

---

**Prof. Dr. Antelmo Ralph Falqueto, UFES**

---

**Universidade Federal do Espírito Santo**

**São Mateus, Abril de 2015**

## **Nunca Pare de Sonhar**

“Nunca se entregue  
Nasça sempre com as manhãs  
Deixe a luz do sol brilhar no céu do seu olhar  
Fé na vida, fé no homem, fé no que virá  
Nós podemos tudo, nós podemos mais  
Vamos lá fazer o que será”.

**Gonzaguinha**

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus e a espiritualidade por tudo o que vivi até aqui, por todos os obstáculos e conquistas, e pelo conforto de saber que nunca estive só.

À minha orientadora Prof. Dra. Mônica Maria Pereira Tognella, por enfrentar comigo o desconhecido e me apoiar sempre que necessário, meu muito obrigada de coração.

Aos meus coorientadores Prof. Andréia Barcelos Passos Lima Gontijo e Prof. Dr. Adriano Alves Fernandes por todo o apoio concedido.

À minha querida mãe Gildete Maria da Silva pelo amor incondicional, e por aguentar a minha longa ausência mesmo morando a duas quadras de distância.

A todos do Laboratório de Gestão em Manguezais (GEMA) por todo o apoio. Louise, Neilson, Arthur, Dielle, Jormara, Patrick, Amina, Uly e Laís muito obrigada por me ajudar nas muitas etapas do cultivo. Louise e Neilson, obrigada pela disposição sem fim, imensa boa vontade e sempre me colocar pra cima. Arthur sempre disposto a ajudar com um sorriso no rosto, muito obrigada pelos momentos de conforto. Karen muito obrigada por fazer o mapa de estudo.

Ao Prof. Dr. Antelmo Ralph Falqueto coordenador do Laboratório de Ecofisiologia Vegetal (LEV) por ceder o equipamento para o cultivo, meus sinceros agradecimentos. Aos estagiários do LEV Rodrigo Fantin, muito obrigada pela ajuda, até pra lavar as caixas gerbox que no final acabei não utilizando rs, Jadson, Lourdes e Thaís muito obrigada pelo apoio logístico e a Verônica pela paciência em esperar pela germinadora.

Ao Prof. Dr. Luís Fernando Tavares de Menezes coordenador do Laboratório de Restinga por ceder o equipamento para o cultivo, meu muito obrigada.

Aos professores Vander Calmon Tosta e Ana Paula Cazerta Farro por cederem a capela de fluxo laminar, e a Luana, Geórgia e Maria Paula por me ensinarem a manuseá-la.

Ao Prof. Ivoney Gontijo coordenador do Laboratório de Análises Agronômicas (Lagro), e aos técnicos por todo o apoio, Joel e Francisco, muito obrigada por me ajudarem com a elaboração da solução estoque de todos os macro e micronutrientes.

Ao técnico do Laboratório de Manipulação Montanha, Ernesto Brunoro por ceder toda a água utilizada no experimento, eu nem tenho palavras para agradecer.

Aos Programas de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical e em Agricultura Topical por fornecer as instalações necessárias para a execução do experimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Tem certas pessoas que tem o costume de ir guardando o “melhor” para o final, bem, digamos que eu guardei esse finalzinho pra agradecer em especial a oportunidade de ter conhecido pessoas tão maravilhosas como a Luana Nara, Livia Pires Kaique, Maria Paula Rozo e Ana Luíza Receputi que estiveram comigo nesses dois anos de mestrado, como se não bastasse tudo que eu adquiri nesses dois anos, de quebra eu ganhei quatro grandes amigas, daquele tipo raro, que a gente leva pra vida toda, agradeço a vocês por todas as conversas, gargalhadas sem fim, e pela extensa contribuição ao meu experimento desde a coleta dos propágulos até as sugestões e trocas de ideias.

Ao Jefferson Bugoni, querido amigo que conheci no Congresso Nacional de Botânica numa empreitada no início do mestrado e que também colaborou gentilmente com ideias para o experimento.

A meus amigos queridos que aturaram a tagarelice sem fim sobre o experimento, e também entenderam a minha ausência na finalização da dissertação, Cristiano (Biluda), Amanda, Carla, Juliana, Camila, Keysi, Tia Maria e Tio Zé Carlos, obrigada por todos os momentos, mensagens e carinho.

E, por fim a ele, que foi o princípio dessa realização, meu querido e amado esposo Fernando Lopes Amorim, que tanto incentivou o meu ingresso no mestrado, por todo apoio, paciência, dedicação, conforto, boa vontade, disposição, compreensão e auxílio, eu sinceramente te agradeço por tudo o que você fez e faz por mim.

À todos que de alguma forma contribuíram para esse projeto estando encarnados ou não, meu muito obrigada.

## Sumário

<b>Apresentação .....</b>	<b>9</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>10</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>11</b>
<b>Introdução Geral.....</b>	<b>12</b>
<b>Capítulo: Cultivo de Propágulos de <i>Rhizophora mangle</i> L. em diferentes concentrações salinas .....</b>	<b>19</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>19</b>
<b>Materiais e Métodos .....</b>	<b>20</b>
Coleta de propágulos.....	20
Salinidade .....	22
Piloto .....	22
Assepsia e Biometria.....	22
Delineamento experimental.....	23
Cultivo e Monitoramento do experimento. ....	24
Determinação dos pesos e da condutividade .....	24
Descrição Biométrica dos Propágulos nos Tratamentos.....	24
Tratamento Estatístico.....	25
<b>Resultados .....</b>	<b>25</b>
Biometria dos propágulos .....	25
Biomassa dos propágulos em IPI.....	26
Incremento de biomassa dos propágulos durante a presença de NaCl .....	28
Crescimento dos propágulos em IPF .....	33
Comparativo do IPI e IPF dos propágulos .....	33
Taxa de crescimento relativo inicial e final (RGR inicial e RGR final) .....	39
Alocação de biomassa dos propágulos .....	41
<b>Discussão .....</b>	<b>44</b>
<b>Conclusão .....</b>	<b>47</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>47</b>
<b>Apêndices .....</b>	<b>53</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>55</b>

## Lista de Tabelas

Tabela 1 Análise de variância (ANOVA) do comprimento inicial dos propágulos de <i>R. mangle</i> do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.....	26
Tabela 2 Análise de variância (ANOVA) do peso inicial dos propágulos de <i>R. mangle</i> do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.....	26
Tabela 3 Análise de variância (ANOVA) do incremento de peso inicial (IPI) dos propágulos de <i>R. mangle</i> do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. Sendo IPI= Peso início dos tratamentos – Peso inicial. ....	27
Tabela 4 Teste de Tukey do incremento de peso inicial (IPI) dos propágulos de <i>R. mangle</i> do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. Sendo IPI= Peso início dos tratamentos – Peso inicial. ....	28
Tabela 5 Análise de variância (ANOVA) do incremento de peso final (IPF) dos propágulos de <i>R. mangle</i> do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. Sendo IPF= Peso final do experimento – Peso início dos tratamentos.....	33
Tabela 6 Teste de Tukey do incremento de peso final (IPF) dos propágulos de <i>R. mangle</i> do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. Sendo IPF= Peso final do experimento – Peso início dos tratamentos. ....	33
Tabela 7 Análise de variância (ANOVA) do comprimento final dos propágulos de <i>R. mangle</i> do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. ....	38
Tabela 8 Teste de Tukey do comprimento final, entre blocos, dos propágulos de <i>R. mangle</i> , do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. ....	38
Tabela 9 Análise de variância (ANOVA) do peso final dos propágulos de <i>R. mangle</i> do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. ....	39
Tabela 10 Teste de Tukey entre blocos, do peso final dos propágulos de <i>R. mangle</i> , do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. ....	39
Tabela 11 Análise de variância (ANOVA) da taxa de crescimento relativa inicial (RGR inicial) e da taxa de crescimento relativo final (RGR final) dos propágulos de <i>R. mangle</i> do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. ....	40
Tabela 12 Teste de Tukey do RGR inicial entre blocos, dos propágulos de <i>R. mangle</i> , do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. ....	40
Tabela 13 Teste de Tukey do RGR final entre tratamentos, dos propágulos de <i>R. mangle</i> , do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. ....	41
Tabela 14 Médias dos parâmetros de alocação de biomassa ( $\pm$ D.P.) e porcentagem de biomassa medidos em propágulos de <i>R. mangle</i> , crescidos nos diferentes tratamentos. .	42
Tabela 15 Médias dos parâmetros de alocação de biomassa ( $\pm$ D.P.) e porcentagem de biomassa medidos em propágulos de <i>R. mangle</i> , crescidos nos diferentes blocos. ....	42

Tabela 16. Análise de variância (ANOVA) da biomassa seca de raiz (MSR) e hipocótilo (MSH) dos propágulos de <i>R. mangle</i> do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. ....	43
Tabela 17 Teste de Tukey para interação entre tratamentos e blocos na biomassa seca de raiz. ....	43
Tabela 18 Análise de variância (ANOVA) da biomassa seca aérea (MSA) dos propágulos de <i>R. mangle</i> do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. ....	44
Tabela 19 Teste de Tukey para interação entre tratamentos e blocos na biomassa seca da parte aérea.....	44



## Lista de Ilustrações

- Figura 1. a) Localização geográfica do município e da área de coleta (indicado com o ponto vermelho)  
b) localização da região de coleta, na foz natural do rio Itaúnas, Conceição da Barra, ES. Fonte:  
Google Earth (CNES/Astrium). Data da Imagem: 22/05/2014. ....21
- Figura 2 Comparativo do incremento do peso durante o experimento nos tratamentos. O eixo y mostra  
o incremento do peso comparado ao peso no início do tratamento (origem), o eixo x é formado  
pelos dias do experimento. Réplicas SNX 1 e 2 se encontram no bloco1, réplicas SNX 3 e 4 no  
bloco 2 e réplicas SNX 5 e 6 no bloco 3. Medições feitas quinzenalmente. ....30
- Figura 3 Comparativo do incremento do peso durante o experimento nos blocos. O eixo y mostra o  
incremento do peso comparado ao peso no início do tratamento (origem), o eixo x é formado  
pelos dias do experimento. Réplicas SNX 1e 2 (bloco1), SNX 3e 4 (bloco2) e SNX 5e 6  
(bloco3). Medições feitas quinzenalmente. ....32
- Figura 4 Comparativo do incremento do peso dos nos blocos. IPI (Incremento do peso no início do  
tratamento) = peso início do tratamento – peso inicial e IPF (Incremento do peso no final do  
experimento) = peso final do tratamento – peso início do tratamento. Réplicas SNX 1e 2  
(bloco1), SNX 3e 4 (bloco2) e SNX 5e 6 (bloco3). Medições feitas quinzenalmente. ....36
- Figura 5 Comparativo do incremento do peso dos nos tratamentos. Incremento do peso no início do  
tratamento = peso início do tratamento – peso inicial e Incremento do peso no final do  
experimento = peso final do tratamento – peso início do tratamento. Réplicas SNX 1e 2 (bloco1),  
SNX 3e 4 (bloco2) e SNX 5e 6 (bloco3). Medições feitas quinzenalmente. ....37

## **Apresentação**

O mangue é um grupo diversificado de árvores, arbustos e samambaias terrestres que crescem na zona entre marés ao longo das costas tropicais e subtropicais de todo o mundo. *Rhizophora mangle* L. é uma espécie típica do manguezal da Guaxindiba, no município de Conceição da Barra, Espírito Santo, Brasil. O objetivo desse estudo foi analisar o efeito da salinidade na forma de diferentes concentrações de NaCl (0, 50, 250 e 500 mM) no crescimento *ex situ* de propágulos de *R. mangle*. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal (PPGBT) da Universidade Federal do Espírito Santo, e resultou em uma dissertação em formato de artigo aqui apresentado: **Cultivo de Propágulos de *Rhizophora mangle* L. em diferentes concentrações salinas.**

A presente dissertação possui sua estrutura na forma de artigo, mas, contempla uma introdução geral sobre o manguezal, onde procuramos abordar o ambiente como um todo, aspectos e importância ecológicos e cultivo de propágulos. O capítulo 1 é referente ao artigo que será encaminhado para publicação em um periódico a definir.

## Resumo

Foram realizados experimentos para determinar a influência de diferentes concentrações salinas (0, 50, 250 e 500 mM de NaCl), sob fotoperíodo de 12 horas e temperatura de 25°C no crescimento de propágulos de *Rhizophora mangle* L. coletados no manguezal da Guaxindiba, município de Conceição da Barra, Espírito Santo, Brasil. O experimento foi conduzido em câmara germinadora e delineado em blocos casualizados, bloco 1 (não sombreado), bloco 2 (sombreado) e bloco 3 (duplamente sombreado). No estágio anterior a inserção de NaCl, os propágulos cultivados nos blocos sombreados (blocos 2 e 3) tiveram um incremento de peso inicial (IPI) significativamente maior que os propágulos cultivados no bloco não sombreado. A partir da inserção de sal o fator bloco se tornou secundário, e o sal passou a ser o fator determinante para o crescimento dos propágulos. O incremento de peso final (IPF) foi significativamente maior no tratamento com 50 mM de NaCl, intermediário no tratamento com 250 mM e menor no tratamento com 500 mM de NaCl. Em produção de biomassa seca de raiz e parte aérea houve diferença significativa na interação tratamentos x blocos, para a biomassa seca de hipocótilo não houve diferença significativa entre tratamentos, blocos e na interação tratamentos x blocos. Concluimos que o sombreamento e a salinidade (0 a 500 mM) influenciam no crescimento inicial dos propágulos de *R. mangle*.

**Palavras – chave:** propágulos, manguezal, salinidade, sombreamento, *Rhizophora*.

## Abstract

Experiments were conducted to determine the influence of different salt concentrations (0, 50, 250 and 500 mM NaCl), in developing seedlings of *Rhizophora mangle* L. species of Guaxindiba's mangrove in the city of Conceição da Barra, Espírito Santo, Brazil. The experiment was conducted under a photoperiod of 12 hours and 25 ° C in germinating chamber and in randomized blocks, block 1 (unshaded), block 2 (shaded) and block 3 (double shaded). In previous stage of the insertion NaCl, seedling grown in shaded blocks (blocks 2 and 3) had an initial weight increase (IPI) significantly higher than the seedlings grown in the unshaded block. After the salt insertion the factor block became secondary, and salt became the determining factor for the development of seedlings. The final weight increase (IPF) was significantly higher with 50 mM NaCl, intermediate on treatment with 250 mM and lower in treatment with 500 mM NaCl. Production of dry biomass of roots and shoots was significant different in the interaction of treatments x blocks, dry biomass hypocotyl showed no significant difference between treatments, blocks and interaction treatments x blocks. We conclude that the shading and salinity (0 to 500 mM) influence the early development of seedlings *R. mangle*.

**Keywords:** seedling, mangrove, salinity, shade, *Rhizophora*.

## Introdução Geral

O mangue é um grupo diversificado de árvores, arbustos e samambaias terrestres que crescem na zona entre marés ao longo das costas tropicais e subtropicais de todo o mundo (TOMLINSON, 1986; CINTRÓN-MOLERO; SCHAEFFER-NOVELLI, 1992; CLOUGH, 2013). O que têm em comum é uma série de adaptações que lhes permitem lidar com inundações periódicas das marés, ventos fortes, ondas e correntes de água, solos lamosos instáveis, altos níveis de sal na água e solos deficientes em oxigênio (CLOUGH, 2013).

Suas adaptações permitem o crescimento em condições ambientais adversas para outros vegetais (glicófitas), como salinidade, solo encharcado e com teor reduzido de oxigênio, além das inundações pelas marés e de ambientes com temperaturas elevadas, ocorrendo também em zonas sujeitas à rápida alteração geomorfológica (CINTRÓN-MOLERO; SCHAEFFER-NOVELLI, 1992; GIRI et al., 2011).

Segundo Schaeffer-novelli et al. (2000), o termo manguezal refere-se ao ecossistema, isto é, as unidades morfodinâmicas dentro das quais as florestas de mangue estão inseridas, incluindo os componentes geofísicos e geomorfológicos, bem como o conjunto de organismos presentes. O termo mangue é utilizado para designar o grupo de espécies arbóreas que sobrevivem no ambiente entre marés que apresentam um conjunto de adaptações como: presença de embriões vivíparos, sistema radicular com geotropismo negativo, mecanismos fisiológicos para tolerar e/ou resistir aos íons salinos e com isto manter o equilíbrio interno de água e carbono de forma eficiente ( TOMLINSON, 1986; ALONGI, 2009).

Existem aproximadamente 152.000 km<sup>2</sup> de florestas de mangue em 123 países e territórios em todo o mundo (SPALDING; KAINUMA; COLLINS, 2010). No Brasil, sua área de cobertura é estimada em mais de 1.100.000 ha de acordo com Magris e Barreto (2010). Os manguezais distribuem-se ao longo da costa brasileira desde o extremo norte do Amapá (04°20'N) até o Município de Laguna - SC (28°28'S) (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000; SOARES et al., 2012). Na costa brasileira ocorrem as seguintes espécies de mangue: *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae), *Rhizophora harrisonii* L. (Rhizophoraceae), *Rhizophora racemosa* G. Mey. (Rhizophoraceae), *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. ex

Moldenke (Acanthaceae), *Avicennia germinans* (L.) L. (Acanthaceae), *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (Combretaceae) (MAGRIS; BARRETO, 2010).

De acordo com Giri et al. (2011), os manguezais estão entre os ecossistemas mais produtivos e biologicamente importantes do mundo, pois fornecem bens e serviços ambientais importantes e únicos para a sociedade humana, bem como para os sistemas costeiros e marinhos. Kristensen et al. (2008) salientam que os manguezais são fundamentais para a fauna de ecossistemas adjacentes e, nas atuais circunstâncias de preocupação ecológica, para o balanço global de carbono. As florestas de mangue promovem uma série de bens e serviços como: proteção da linha de costa; redução de impactos causados por desastres naturais como furacões e tsunamis; fonte de alimento; e berçário para diversas espécies marinhas e pelágicas. Segundo Soares (1997) destacam-se como principais bens e serviços promovidos pelos manguezais: (1) proteção da linha de costa, evitando a ação erosiva das marés e o assoreamento dos corpos d'água adjacentes; (2) constituir a base da cadeia trófica de espécies de importância econômica e/ou ecológica, devido à alta produção de detritos (matéria orgânica) e sua posterior exportação para as águas costeiras adjacentes; (3) Refúgio para inúmeras espécies marinhas, estuarinas, límnicas e terrestres, que nele encontram área de abrigo, reprodução, alimentação e desenvolvimento; (4) fornecer pontos de alimentação e repouso para diversas espécies de aves migratórias; (5) agir como filtro biológico, absorvendo e imobilizando produtos químicos (metais pesados, por exemplo), filtrando sedimentos, e funcionando também no tratamento de esgotos; (6) servir como fonte de alimento e de produtos diversos, associados à subsistência de comunidades tradicionais que vivem em áreas vizinhas aos manguezais e (7) possibilitar atividades de recreação e lazer, associado ao seu alto valor cênico. Nas comunidades locais, além de fonte de alimento, medicamentos, energia e materiais para construção, também é utilizado na forragem para gado leiteiro, produção de celulose e papel, participando também na confecção de enfeites e souvenirs (BABA; CHAN; AKSORNKOAE, 2013; GIRI et al., 2011).

Segundo Macintosh e Ashton (2002), os habitats costeiros em todo o mundo estão sob forte pressão. Os manguezais têm sido particularmente vulneráveis à exploração por possuírem madeira valiosa, conterem abundância de recursos pesqueiros, situarem-se em áreas costeiras facilmente ocupáveis, entre outros atributos. O declínio contínuo das florestas é causado por sua conversão para agricultura, aquacultura, desenvolvimento urbano e exploração excessiva de seus recursos (GIRI et al., 2008). Grandes áreas de manguezais tem sido convertidas em plantações na Malásia e Indonésia, extensos campos de arroz ocorrem nas Filipinas e no oeste

da África, mas as perdas mais dramáticas acontecem na Ásia e América Latina, locais onde há a conversão dos manguezais em viveiros de camarão (CLOUGH, 2013).

Segundo a FAO (2007) o Brasil perdeu cerca de 50 000 ha de manguezais nos últimos 25 anos, ao longo do litoral sudeste. O país ainda possui uma porção significativa de florestas de mangue, pois, a maioria das áreas de manguezais estão localizadas nas porções menos urbanizadas nos estados do norte (FAO, 2007). A legislação brasileira nessa época já protegia os manguezais pela Lei nº 4771 do Código Florestal de 15/09/1965, que os classificava como cobertura vegetal de preservação permanente (BRASIL, 1965). E mesmo assim, uma extensa área foi perdida, devido a ocupação massiva desse ecossistema. A partir de 25/05/2012 passa a vigorar a Lei nº 12651 do atual Código Florestal, que os classifica como Áreas de Preservação Permanente em toda a sua extensão (BRASIL, 2012). Entretanto, a grande controvérsia desta nova legislação é a exclusão parcial de uma importante fisionomia dos manguezais, os apicuns, que deixam de ter proteção legal da sua área em 10% no bioma amazônico e 35% no restante do País, apesar de ser um habitat do ecossistema manguezal de relevante contribuição ecológica.

Em contrapartida, para assegurar os bens e serviços providos pelo manguezal, buscou-se outros mecanismos legais, a portaria N° 9, de 29/01/2015 do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade aprova o Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal – PAN Manguezal, que tem como objetivo geral conservar os manguezais brasileiros, reduzindo a degradação e protegendo as espécies focais do PAN, mantendo suas áreas e usos tradicionais, a partir da integração entre as diferentes instâncias do poder público e da sociedade, incorporando os saberes acadêmicos e tradicionais (BRASIL, 2015).

A regeneração de manguezais degradados depende da conjugação de probabilidades que vão do aporte de propágulos até sobrevivência de plântulas (TOMLINSON, 1986). Elster (2000) afirma que utilizar propágulos é a forma mais fácil e econômica de reflorestamento, mas, deve-se levar em conta as variáveis ambientais as quais o manguezal escolhido para o processo de reflorestamento está sujeito, e, se as espécies escolhidas para o processo terão maior viabilidade se cultivadas por um período em casa de vegetação, como reportado para *A. germinans* e *L. racemosa*, ou se obterão sucesso plantados diretamente no solo da região a ser restaurada como *R. mangle*.

Rhizophoraceae é uma família de distribuição pantropical, onde algumas espécies são popularmente conhecidas como mangue vermelho. Contém 16 gêneros e 135 espécies de árvores e arbustos frequentemente com raízes escoras e presença de taninos (JUDD et al., 2009). Dados disponibilizados no *The Plant List* (2013) indicam atualmente o registro de 18 gêneros e 421 nomes científicos, sendo que somente são aceitos 142 espécies. A família Rhizophoraceae pertence à Ordem Malpighiales (APGIII, 2009). No Brasil ocorrem quatro gêneros: *Cassipourea* Aubl., *Paradrupetes* Kuhl., *Sterigmatopetalum* Kuhl. e *Rhizophora* L., totalizando 10 espécies (MANSANO; BARROS; ASSUNÇÃO, 2014). Nessa família o fruto e, por conseguinte, a semente não é liberada, germinando na planta parental e formando o propágulo - estrutura vivípara (JUNCOSA, 1982). Em espécies vivíparas, o embrião não possui dormência (sementes recalcitrantes) e é separado da planta mãe apenas quando está pronto para se estabelecer, formando uma estrutura denominada propágulo.

Diversos pesquisadores realizaram estudos empregando cultivo de propágulos, suas características fisiológicas e relações com fatores abióticos como: salinidade (BALL; FARQUHAR, 1984; OLIVEIRA, 2005; TAFFOUO et al., 2009; BOMPY et al., 2014), alagamento (YE et al., 2003), luminosidade (KRAUSS; ALLEN, 2003). O estudo realizado por Krauss e Allen (2003) destaca-se por analisar os efeitos da salinidade e do sombreamento, de forma simultânea, no crescimento e na fotossíntese de propágulos de *R. mangle* e *Bruguiera sexangula*, sendo estes experimentos desenvolvidos com cultivos *in situ*. Elster (2000), ao realizar um estudo sobre as razões que determinam sucesso e fracasso no reflorestamento dos manguezais, plantou os propágulos em campo e os cultivou *in situ*, sendo este tratamento realizado em areia contendo água do mar diluída para posterior transferência das plântulas em condições de campo. No trabalho de BompY et al. (2014), que avaliaram o efeito da flutuação da salinidade no crescimento e na fisiologia dos manguezais, os propágulos utilizados no experimento foram cultivados em turfa.

Experimentos como o de Suárez e Medina (2006) avaliaram a influência da salinidade no acúmulo de íons e trocas gasosas em *Avicennia germinans* e utilizaram apenas solução nutritiva de Hoagland e Arnon neste experimento com acréscimo paulatino de sal. Suárez e Medina (2005), para a avaliação do efeito da salinidade no crescimento e na demografia foliar em *Avicennia germinans* também cultivaram os propágulos apenas em solução nutritiva, isto é, sem substrato sólido.



Soluções nutritivas foram formuladas para avaliar os efeitos e interações dos nutrientes no desenvolvimento das plantas. Segundo Salisbury e Ross (2013), as soluções nutritivas começaram a surgir por volta de 1860, quando nessa época, os cientistas começaram a compreender que as plantas precisavam de nutrientes como cálcio, potássio, enxofre, fósforo e ferro para seu desenvolvimento.

Três fisiologistas vegetais da Alemanha (W. Pfeffer, Julius Von Sachs, W. Knopp), em 1860, reconheceram a dificuldade em se determinar os tipos e quantidades de elementos essenciais para as plantas crescerem em um meio tão complexo quanto o solo. Decidiram cultivar as plantas em uma solução de sais minerais, cuja composição química era controlada e limitada apenas pela pureza das substâncias químicas disponíveis na época. Esse tipo de cultivo foi denominado cultura hidropônica, sem solo ou solução. A partir daí a técnica foi aprimorada, incluindo no processo a aeração e a circulação da solução. Como desvantagens dessa técnica estão a necessidade da troca/reposição periódica da solução, visto que os nutrientes são absorvidos pela planta, e o controle do pH, que pode alterar a disponibilidade/absorção dos nutrientes (SALISBURY; ROSS, 2013).

A solução de dois pioneiros da nutrição mineral dos Estados Unidos, Dennis R. Hoagland e Daniel I. Arnon (Solução de Hoagland e Arnon, 1950), é amplamente utilizada até hoje nos estudos de nutrição mineral, pois inclui os elementos considerados essenciais (em quantidades que permitem um bom crescimento) para a maioria das angiospermas e gimnospermas (SALISBURY; ROSS, 2013).

Existem dois critérios principais que determinam a essencialidade de um elemento. Um elemento é essencial se a planta não puder completar seu ciclo de vida na sua ausência e se fizer parte de qualquer molécula e componente que seja essencial para a planta (Epstein 1972 citado por SALISBURY; ROSS, 2013). Os elementos essenciais são classificados em macronutrientes (necessários em concentrações de 1000mg/Kg de matéria seca) e micronutrientes (necessários em concentrações iguais ou menores que 100mg/Kg de matéria seca) (SALISBURY; ROSS, 2013).

Alguns elementos são benéficos para algumas plantas, mas não são considerados essenciais. É o caso do sódio (Na), silício (Si) e cobalto (Co). O sódio (Na) é normalmente

muito tóxico para os vegetais. No entanto, ele é importante para as espécies que possuem fotossíntese do tipo C4. Grande parte das plantas halófitas fotossintetizam pela via C4. Nessas plantas, o sódio é necessário para a entrada de piruvato na célula do mesofilo onde ele regenera o fosfoenolpiruvato (PEP), que é substrato da enzima PEPCase (CABEZAS, 2010). Não é este o caso da vegetação de mangue, pois todas as espécies são C3 (BALL, 1986; CLOUGH, 1992).

Entretanto, processar o sal excessivo absorvido na água é um dos maiores desafios no ambiente salgado em que vivem as espécies de mangue. Estas plantas têm desenvolvido vários mecanismos, de acordo com as espécies, para dessalinizar a água do mar. Eles podem excluir a absorção de sal no nível de raiz – ultrafiltração (SCHOLANDER et al., 1962); remover o excesso de sal no nível folha, usando glândulas de excreção de sal pela transpiração cuticular no nível de folha; ou por acumular o sal em tecidos foliares e, com subsequente queda das folhas - senescência (TOMLINSON, 1986; FAO, 2007). Os manguezais toleram a salinidade do solo e água por meio de três processos básicos listados a seguir:

1) **Excreção do Sal:** Plantas de mangue absorvem a água salina através de suas raízes. Entretanto, nos tecidos de algumas espécies de mangue somente moléculas de água e alguns sais importantes ficam retidos. Em algumas espécies, o excesso de sal é excretado através de glândulas de sal que estão presentes nas folhas. As espécies excretoras de sal como os gêneros *Acanthus*, *Avicennia*, *Aegiceras* e *Aegialitis* regulam seus níveis internos de sal pelas glândulas foliares. O sal descartado na solução pode se cristalizar por evaporação sendo carregado pelo vento ou lavado por orvalho e chuvas. Em manguezais que secretam (excretam) sal, a concentração de NaCl na seiva xilemática é relativamente alta, cerca de um décimo da concentração da água do mar. (SCHOLANDER et al., 1962; TOMLINSON, 1986; AZÓCAR; RADA; OROZCO, 1992).

2) **Exclusão de sal:** Nas plantas de mangue, as raízes possuem um mecanismo simples não metabólico de ultrafiltração (SCHOLANDER et al., 1962; SCHOLANDER, 1968), num sistema onde a alta tensão obtida no xilema e o turgor das células vivas é produzido por uma manutenção ativa de uma alta pressão de soluto. Nesse processo a água e os sais da água do mar são separados na zona radicular, somente a água é absorvida e o sal é rejeitado. Espécies dos gêneros *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Lumnitzera* e *Sonneratia* são exclusoras de sal. Em espécies exclusoras de sal (não secretoras), a concentração de NaCl na seiva xilemática é cerca de um centésimo da concentração da água do mar. Portanto, espécies excretoras de sal permitem

mais sal no xilema do que espécies não secretoras (SCHOLANDER, 1968; TOMLINSON, 1986).

3) **Acumulação de sal:** as espécies acumuladoras possuem a capacidade de acumular uma grande quantidade de sal em suas folhas. Isso confere suculência as suas folhas. Espécies dos gêneros *Sonneratia*, *Laguncularia*, *Rhizophora*, *Xylocarpus* estão incluídas nessa categoria. A suculência foliar em manguezais é uma simples explicação em termos de equilíbrio salino. Como as concentrações de sal são constantes e independentes da idade foliar, o sal pode ser acumulado e com isto incrementar o volume das células foliares. O sal acumulado também pode ser descartado quando as folhas eventualmente caírem (TOMLINSON, 1986).

Os impactos causados pela população humana e as alterações provocadas pelas mudanças climáticas globais, que ocorrem sob diferentes intensidades em toda a Terra, são de grande interesse científico. Diante desta perspectiva, estudiosos reforçam a necessidade de se entender as características ecológicas e ecofisiológicas do estabelecimento, manutenção, crescimento e desenvolvimento do mangue (KATHIRESAN; BINGHAM, 2001; PASCOALINI et al., 2014). Ao revisarem quais são as condicionantes ambientais para a implantação e desenvolvimento inicial do mangue Krauss et al. (2008) acentuam que uma análise atualizada dos estudos experimentais pode ser a única forma eficiente para os gerenciadores costeiros entenderem como as plântulas de mangue respondem ecofisiologicamente aos fatores naturais, antropogênicos e aqueles induzidos pelas mudanças climáticas globais.

## Capítulo 1: Cultivo *ex situ* de Propágulos de *Rhizophora mangle* L. em diferentes concentrações salinas

### Introdução

As florestas de mangue se desenvolvem em solos anóxicos, salinos e lamosos sob inundações periódicas pela água do mar. Essas peculiaridades associadas à salinidade tornam-na um importante fator limitante para seu crescimento (LOVELOCK et al., 2004; NAIDOO, 2006). Flutuações na salinidade podem diminuir o crescimento de plântulas, mais do que altos níveis de sal, porém em situações constantes (LIN E STERNBERG, 1993 citado por MCKEE et al., 2002).

Um dos fatores que contribui para o sucesso no crescimento inicial do manguezal é a viviparidade. Essa característica na família Rhizophoraceae é marcada pela presença de grandes propágulos afilados (TOMLINSON, 1986). Os frutos nessa família demoram alguns meses para amadurecer, antes da germinação começar e do hipocótilo emergir da base. O propágulo é um alongado hipocótilo, contendo no topo, um pequeno epicótilo abrigando o caule e o primeiro par de folhas (JUNCOSA, 1982; DUKE; ALLEN, 2006).

*Rhizophora* é um gênero distribuído em ambientes costeiros, mas sua extensão limita-se aos subtrópicos. São observadas três espécies no Brasil: *R. harrisoni* Leechm., *R. mangle* L. e *R. racemosa* Hieron (MAGRIS; BARRETO, 2010), popularmente conhecidas como mangue vermelho.

Cheeseman (2012) estudou o processo de brotamento de propágulos maduros de *R. mangle* e descreveu a variação de peso entre os propágulos desta e de outras espécies da Família Rhizophoraceae. Neste estudo, o autor para fins de terminologia, reportou que eles germinam durante o alongamento, abscisão e dispersão do hipocótilo. Sendo assim, a atividade de crescimento e estabelecimento dos propágulos, então, são referidos como brotamento ao invés de germinação.

Devido ao tamanho dos propágulos, a distribuição e abundância do gênero nos manguezais mundiais, tornam as espécies de *Rhizophora* objeto de vários experimentos. Os propágulos de *Rhizophora* spp. são estudados desde seu estabelecimento após dispersão (RABINOWITZ, 1978; SOUSA et al., 2007), sob influência da salinidade (CLOUGH, 1984; KOCH, 1997; LÓPEZ-HOFFMAN et al., 2006), inundação (ELLISON; FARNSWORTH, 1997), luminosidade (LÓPEZ-HOFFMAN et al. 2006) e sombreamento (KRAUSS; ALLEN,

2003). Geralmente, os estudos são conduzidos em casa de vegetação, *in situ*, ou em ambos, mas sem um controle fixo de fatores abióticos como temperatura e luminosidade.

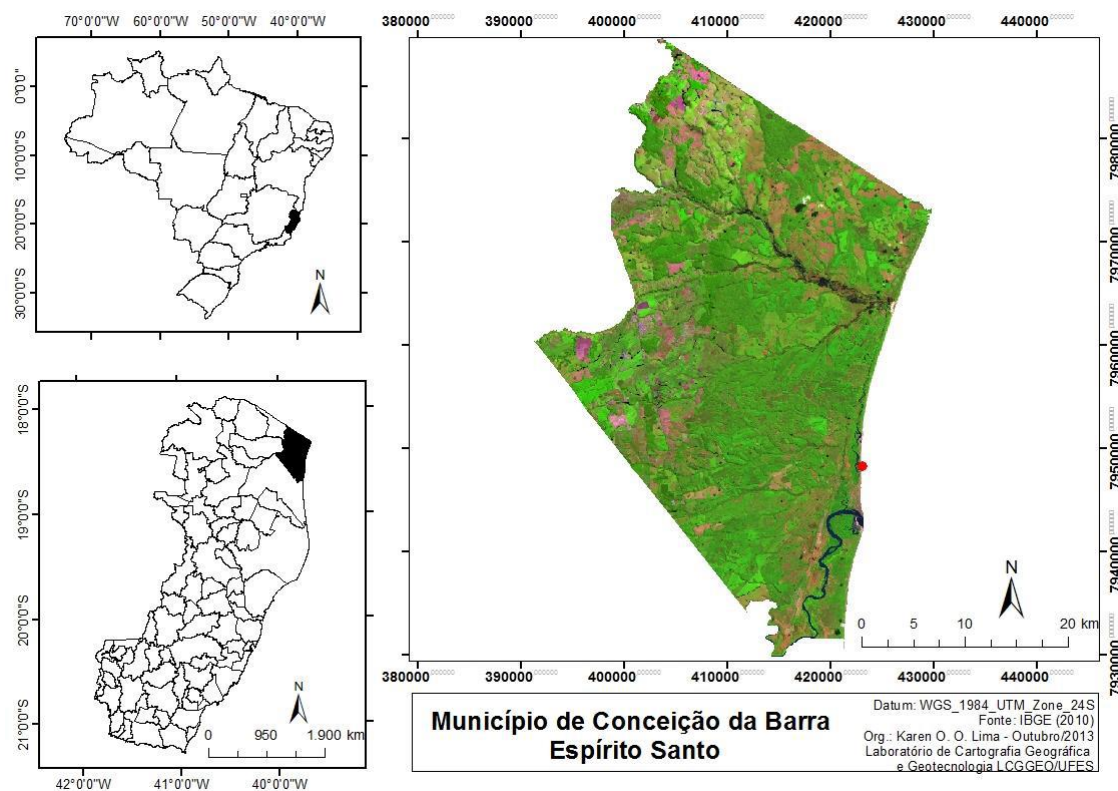
Devido à grande importância da espécie *R. mangle* para os manguezais brasileiros e a carência de estudos com cultivo de propágulos de *R. mangle* em condições controladas de fatores abióticos como luminosidade e temperatura, o presente estudo foi conduzido para contribuir com o conhecimento do crescimento inicial dos propágulos de *R. mangle*. Todo o experimento foi conduzido *ex situ* em câmara germinadora, sob condições controladas de luz, temperatura e fotoperíodo. Buscamos com isso, limitar as variáveis, para analisar o crescimento de propágulos de *R. mangle* submetidos a diferentes concentrações de NaCl e sombreamento.

## **Materiais e Métodos**

### **Coleta de propágulos**

Propágulos de *R. mangle* foram coletados em árvores num bosque de franja no manguezal da Guaxindiba (Rio Itaúnas), Conceição da Barra, ES (18°53'56" S e 039°43'56" W, IBGE 2014) em abril de 2014 (Figura 1). Segundo a classificação climática proposta por Köppen, citado por Nóbrega et al. (2008), o tipo climático para o município de São Mateus é Aw, ou seja, tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão.

Os propágulos foram coletados por esforço intensivo considerando as duas margens do rio Itaúnas na região da foz natural. Como parâmetro para seleção dos propágulos foi utilizado o grau de maturidade do mesmo, isto é, ao mínimo toque o propágulo se desprendia da planta mãe, sendo caracterizado por nós como evidenciando seu grau de maturidade.



(a)



(b)

**Figura 1. a) Localização geográfica do município e da área de coleta (indicado com o ponto vermelho) b) localização da região de coleta, na foz natural do rio Itaúnas, Conceição da Barra, ES. Fonte: Google Earth (CNES/Astrum). Data da Imagem: 22/05/2014.**

## Salinidade

Os dados de salinidade nos locais de estudo foram obtidos de forma esporadicamente desde 2007. Coletas de salinidade realizadas por Lima (2007) nestes pontos de coleta, registraram salinidade mínima de 32 e máxima de 40 sob diferentes condições de inundação e valores que foram obtidos no interior do bosque e no corpo hídrico. Por outro lado, dados não publicados de Pinto, a salinidade em 2008 nesta região variou de 33 a 47 no interior dos bosques de mangue, para o ano de 2009 houve registro de valores mais baixos na salinidade sendo o valor mínimo obtido de 5. Lima (2014) e dados não publicados observaram para o ano de 2009 valores de salinidade máxima de 37, em 2010 valores mínimos de 17 e máximo de 40. Dados coletados em 2011, 2012, 2013 e 2014 para o local, coletados por Lima (com. pes.) reporta valores mínimos de 20, 15, 19, 10, respectivamente para os anos citados acima, todos ocorrendo no mês de novembro. As coletas de Lima com os maiores valores de salinidade foram de 37, 37, 34, 34, respectivamente para os anos de 2011, 2012, 2013 e 2014, registrados nos meses de estiagem.

## Ensaio Piloto

Propágulos de *R. mangle* foram coletados em árvores num bosque de franja no manguezal da Guaxindiba (Rio Itaúnas), Conceição da Barra, ES (18°53'56" S e 039°43'56" W, IBGE 2014) em março de 2014. Testamos se os mesmos se desenvolveriam na solução nutritiva de Hoagland e Arnon, e acompanhamos o déficit de condutividade e pH (condutivímetro marca, modelo e pHmetro marca Tecnopon, modelo mPA-210p) da solução nutritiva para estabelecer o período ideal para reposição da mesma. Sendo assim, determinamos para o experimento definitivo o teor de 500 ml de solução nutritiva por recipiente, e a utilização de ½ força para o preparo da mesma. Também definimos que as trocas da solução nutritiva deveriam ser realizadas semanalmente, sem que houvesse comprometimento dos nutrientes presentes na solução.

## Assepsia e Biometria

Os propágulos coletados (N= 253) foram lavados em água corrente com detergente neutro, para retirar a lama, a areia e possíveis micro-organismos. Optamos não utilizar outro mecanismo de assepsia para não danificar os tecidos meristemáticos, uma vez que os mesmos não são protegidos pelo tegumento. Ismail et al. (2010) em estudo sobre o desenvolvimento do

embrião de *Rhizophora mucronata* Lam. cita que o tegumento se degenera e seca pouco antes do propágulo se tornar visível.

Após a assepsia, aqueles propágulos considerados como saudáveis por análise visual, isto é, carentes de lesões na sua estrutura. Após avaliação visual, N= 10 descartados, os 247 propágulos restantes foram numerados aleatoriamente, pesados e mensurados quanto ao comprimento do hypocótilo e do epicótilo.

### **Delineamento experimental**

Para o experimento foram selecionados 120 propágulos aleatoriamente dos 247 previamente coletados e analisados. Os propágulos selecionados (N=120) foram distribuídos em quatro tratamentos (Apêndice 1), sendo um contendo somente a solução nutritiva, tratamento controle. Os tratamentos foram montados em solução nutritiva Hoagland e Arnon (Anexo 1) (padronizado por SALISBURY; ROSS, 2013), a ½ força e pH igual a 6 devidamente ajustado com solução de NaOH 1M aferido com pHmetro (marca Tecnozon, modelo mPA-210p), em volume de 500 ml (equivale a 11 cm de coluna d'água no recipiente). Para tal foi utilizada água oriunda de processos de deionização e osmose reversa. Nesta solução, por tratamento, foram acrescentadas diferentes concentrações de NaCl, respectivamente, com 0 mM NaCl (**SN0, tratamento controle**), 50 mM NaCl (SN50), 250 mM NaCl (SN250) e com 500 mM NaCl (SN500).

Cada tratamento, elaborado em recipientes plásticos, possuía 6 réplicas contendo 5 propágulos cada réplica, sorteados aleatoriamente por réplica e posição, totalizando 30 propágulos por tratamento. Os recipientes plásticos foram lavados previamente com detergente neutro, próprio para reagentes, e, posteriormente, foram envoltos em papel alumínio para simular as condições de luz existentes no solo. Por fim, foram levados a capela de fluxo laminar (marca Filterflux, modelo SBIIA1-808/4) para esterilização, mantidos sob luz ultravioleta durante 15 minutos.

O experimento foi montado em câmara incubadora tipo B.O.D. (marca Splabor, modelo SP-225) programada para ter alternância de fotoperíodo e temperatura controlada. A temperatura utilizada para a execução dos experimentos foi  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , sob fotoperíodo de 12 horas e luminosidade resultante de quatro lâmpadas fluorescentes de 20 watts. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados com repetições, totalizando três blocos com parcelas de cada tratamento por bloco. Cada parcela contendo 5 propágulos. (Apêndice 1).

O bloco 1 é caracterizado como a primeira prateleira da germinadora e definido como não sombreado, o bloco 2 segunda prateleira sendo classificado como sombreado (isto é,



sombreado pelos recipientes do bloco 1). E, finalmente, o bloco 3, na parte inferior da germinadora, é descrito como duplamente sombreado.

### **Cultivo e Monitoramento do experimento.**

O experimento foi mantido durante um período de aproximadamente 8 meses (233 dias), sendo a solução nutritiva de todos os tratamentos trocada semanalmente. Durante este procedimento era realizada a avaliação visual das repetições e dos indivíduos em cada uma delas. A solução era retirada dos recipientes, vertida em balde e descartada em meio e local apropriado. Em seguida nova solução era adicionada aos tratamentos.

O procedimento adotado para a inclusão de sais (NaCl) foi a expansão do primeiro par de folhas, ocorrendo somente nos tratamentos **SN50**, **SN250** e **SN500**. Esse processo só ocorreu após a expansão do primeiro par de folhas para todos os tratamentos, de acordo com recomendação de Ball e Farquhar (1984). Desta forma, quase quatro meses após a estabelecimento das plântulas na germinadora é que foi utilizada a solução salina. A solução salina foi introduzida gradualmente sendo o volume inicial de 50 mM de NaCl adicionado diariamente até se obter a concentração determinada para cada experimento, isto é, 50 mM, 250 mM e 500 mM de NaCl, respectivamente, para os tratamentos SN50, SN250 e SN500 (BALL; FARQUHAR, 1984). Três meses após a introdução das concentrações totais dos sais para cada tratamento, o experimento foi finalizado.

### **Determinação dos pesos e da condutividade**

Depois que as concentrações definitivas de NaCl para cada tratamento foram obtidas, o experimento foi conduzido de forma a analisar o peso dos propágulos ao longo do seu crescimento. Realizamos uma medição no início da introdução de NaCl nos tratamentos e medições subsequentes a cada 15 dias até o final do cultivo. Nesse período, ao medir o peso, também obtínhamos a condutividade da solução nutritiva com multiparâmetro (marca HACH, modelo HQ40d multi).

### **Descrição Biométrica dos Propágulos nos Tratamentos**

Os caracteres avaliados nos propágulos foram: comprimento total inicial e final obtidos empregando-se trena métrica. Comprimento do epicótilo inicial e final, mensurado com paquímetro digital (marca Digimess precisão de 0,01 mm  $\pm$  0,03 mm). Pesos fresco e seco totais, peso seco por compartimento: raiz (MSR), hipocótilo (MSH) e parte aérea (MSA): epicótilo e folhas (quando presentes) obtidos em balança de precisão digital (marca Marte,

modelo AL500C precisão de  $0,001\text{g} \pm 0,01\text{ g}$ ). Ao final do experimento todos os componentes foram secos em estufa a  $60^{\circ}\text{C}$  até peso constante (14 dias).

Para analisar se houve diferença significativa nas taxas relativas de crescimento (relative growth rate) inicial e final dos propágulos (RGR inicial e RGR final), realizamos um cálculo considerando para o RGR inicial como sendo a diferença do peso no início dos tratamentos e o peso inicial dos propágulos na coleta. Este valor foi dividido pela quantidade de semanas até o início do tratamento. Para o RGR final, definimos como sendo a diferença do peso final pelo peso no início dos tratamentos dividido pelo número de semanas do tratamento.

Também calculamos o incremento de biomassa até o início dos tratamentos (peso inicial de coleta – peso início do tratamento, isto é, IPI) e incremento de biomassa final (peso final dos tratamentos – peso início dos tratamentos, isto é, IPF).

### **Tratamento Estatístico**

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov. Caso necessário para o teste, transformamos os dados (fórmula  $Y = X + C$ , sendo X o maior valor negativo encontrado no parâmetro) de acordo como os pressupostos do programa Assistat (versão 7.7 beta). Posteriormente, realizamos análise de variância (ANOVA) entre tratamentos, blocos e interação tratamento x bloco. Quando houve significância pelo teste F, utilizamos o teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0.05$ ) para comparação entre as médias. Para todas as análises os dados foram utilizados fazendo-se a média dos cinco propágulos, pois, cada propágulo no recipiente não é uma amostra independente.

Os gráficos elaborados foram obtidos através do programa Microsoft Excel© 2007.

## **Resultados**

### **Biometria dos propágulos**

O peso mínimo dos propágulos foi de 6,2 g e o peso máximo de 31,3 g, com média  $17,7 \pm 4,9\text{ g}$ . Em relação ao comprimento, o menor propágulo coletado tinha 9,3 cm e o maior foi de 34,2 cm, com média de  $23,5 \pm 5,3\text{ cm}$  para todos os propágulos. Entretanto, os propágulos foram distribuídos nos tratamentos de forma aleatória e consideramos o valor médio dos cinco propágulos de cada recipiente como réplica para as análises estatísticas.

Ao iniciar os tratamentos, os pesos médios dos propágulos das réplicas do SN0 foi  $18,5 \pm 2,3\text{ g}$  e comprimento médio de  $26,2 \pm 2,4\text{ cm}$ . O tratamento SN50 teve peso médio de  $17,3 \pm 2,2\text{ g}$  e comprimento de  $24,9 \pm 2,1\text{ cm}$ . O peso e o comprimento médio do tratamento SN250

foram  $17,4 \pm 3,4$  g e  $25,3 \pm 2,7$  cm, respectivamente. Finalmente, o tratamento SN500 apresentou peso médio de  $17,6 \pm 1,9$  g e comprimento médio de  $23,9 \pm 2,0$  cm.

Numa avaliação destes pesos médios por bloco, temos, respectivamente, os valores de 17,8 g, 17,1 g e 18,0 g para os blocos 1, 2 e 3. Por outro lado, os comprimentos médios foram 25,5 cm, 24,0 cm e 25,6 cm para os blocos 1, 2 e 3, respectivamente.

A análise ANOVA dos propágulos das réplicas no início do experimento, para os parâmetros comprimento e peso iniciais (Tabela 1 e 2), apresentou valores não significativos entre todos os tratamentos (SN0, SN50, SN250 e SN500) e entre todos os blocos (Bloco 1, Bloco 2, Bloco 3).

**Tabela 1** Análise de variância (ANOVA) do comprimento inicial dos propágulos de *R. mangle* do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.

FV	GL	F	p
Tratamentos	3	1,0411 ns	0,4096
Blocos	2	1,1366 ns	0,3531
Trat x Bloc	6	0,8600 ns	0,55

ns não significativo ( $p \geq ,05$ ).

**Tabela 2** Análise de variância (ANOVA) do peso inicial dos propágulos de *R. mangle* do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.

FV	GL	F	p
Tratamentos	3	0,1911 ns	0,9004
Blocos	2	0,1281 ns	0,8809
Trat x Bloc	6	0,3171 ns	0,9157

ns não significativo ( $p \geq ,05$ ).

### Biomassa dos propágulos em IPI

Para analisar se houve incremento de peso dos propágulos, realizamos uma medição no início dos tratamentos com acréscimo do NaCl. A partir deste dado inicial, calculamos o incremento de peso até a medição que chamamos IPI (peso início dos tratamentos – peso inicial da réplica por tratamento) e fizemos uma ANOVA para esse incremento de peso (Tabela 3). Entre tratamentos não houve diferença significativa, mas houve diferença significativa entre blocos ( $p = 0,003$ ). Vale lembrar que nesse estágio, todas as réplicas estavam sob mesmas condições em termos de NaCl, ou seja, 0 mM, reforçando o efeito sobreamento. Desta forma,

nessa etapa assumimos que não há necessidade em analisar os dados por tratamento, pois todos continham apenas solução nutritiva. A avaliação dos resultados será empregada com o IPI considerando somente os blocos, que é a única fonte de variação que foi significativa estatisticamente.

**Tabela 3** Análise de variância (ANOVA) do incremento de peso inicial (IPI) dos propágulos de *R. mangle* do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. Sendo IPI= Peso início dos tratamentos – Peso inicial.

FV	GL	F	p
Tratamentos	3	3,3542 ns	0,0554
Blocos	2	9,7297 **	0,003
Trat x Bloc	6	1,2656 ns	0,419

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < ,01$ ).

ns não significativo ( $p \geq ,05$ ).

A variação do peso dos propágulos de *R. mangle* entre os blocos foi quantificada pelo teste de Tukey apresentado na Tabela 4, que separou nesta etapa os três blocos em dois grupos distintos: a (blocos 3 e 2) e b (bloco 1). O bloco 3 atingiu os maiores valores médios de IPI (10,7 g), seguido de perto pelo bloco 2 (10,2 g), tanto que ambos foram considerados um só grupo pelo teste de médias. Por fim, o bloco 1 apresentou os menores valores (5,2 g) de incremento de peso. O fator bloco, mais uma vez se mostrou importante para o crescimento dos propágulos, visto que além do IPI, também se mostrou significativo no comprimento. Dessa forma, o fator sombreamento, foi crucial para o IPI dos propágulos, pois nos blocos 3 (sombreado pelos blocos 1 e 2) e 2 (sombreado pelo bloco 1), os propágulos obtiveram o maior IPI, e no bloco 1 (não sombreado) onde obtiveram o menor IPI.

**Tabela 4** Teste de Tukey do incremento de peso inicial (IPI) dos propágulos de *R. mangle* do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. Sendo IPI= Peso início dos tratamentos – Peso inicial.

Bloco	Médias de tratamento
1	5,2 b
2	10,2 a
3	10,7 a

Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### **Incremento de biomassa dos propágulos durante a presença de NaCl**

Acompanhamos o incremento do peso nas réplicas durante o experimento, por tratamento (figura 2) e por bloco (figura 3) subtraindo o peso obtido a cada 15 dias após a adição dos sais com o peso do início do tratamento. Ao analisarmos o incremento do peso dos propágulos entre tratamentos, parece não haver um padrão de declínio ou de aumento, oscilando em graus de intensidade distintos, tanto para incremento quanto para diminuição do peso.

Para o tratamento SN0 (controle) (figura 2 A), as réplicas parecem estar sofrendo um efeito por nós definido como sendo em formato de “serrote”, onde algumas aumentam o peso, para em seguida diminuir quase na mesma intensidade (SN0 1, SN0 2, SN0 5, SN0 3). As réplicas SN0 4 e SN0 6 apresentaram comportamento inverso. Percebemos que ao final do experimento, com exceção da réplica SN0 1 que conseguiu se manter acima do peso na origem (início do tratamento), todas as demais réplicas do tratamento (SN0 2, SN0 4, SN0 5, SN0 3 e SN0 6) apresentaram declínio do peso em relação ao peso na origem.

No tratamento SN50 (figura 2 B) quando comparado com o SN0 parece haver uma melhora em termos de incremento de peso, uma vez que 83% das réplicas apresentaram aumento de peso ao final do experimento, sendo mais suavizado o “efeito serrote”. Somente a réplica SN50 6 não registrou aumento de peso.

O tratamento SN250 (figura 2 C) apresentou resultados distintos dos demais tratamentos, isto é, 50% das réplicas tiveram aumento quase contínuo de peso. Inclusive a réplica SN250 2 também se destaca, tendo declínio contínuo no peso até o final do experimento.

O incremento do peso nas réplicas do tratamento SN500 (figura 2 D) permite avaliar o comprometimento do sal sobre o brotamento dos propágulos. Somente 16,6% das réplicas obtiveram resultados positivos de crescimento, isto é, a réplica SN500 6 aumentou seu peso

final de forma a se distinguir do peso na origem. As réplicas SN500 4, SN500 5 e SN500 2 também parecem sofrer o efeito “serrote”.

Os resultados apresentados na figura 2 identificam o papel do sal na fisiologia das plântulas, sendo o tratamento SN50 aquele que nos define a importância do NaCl para o brotamento da espécie e o SN500 descreve a proximidade do limite ideal do sal para estas plantas.

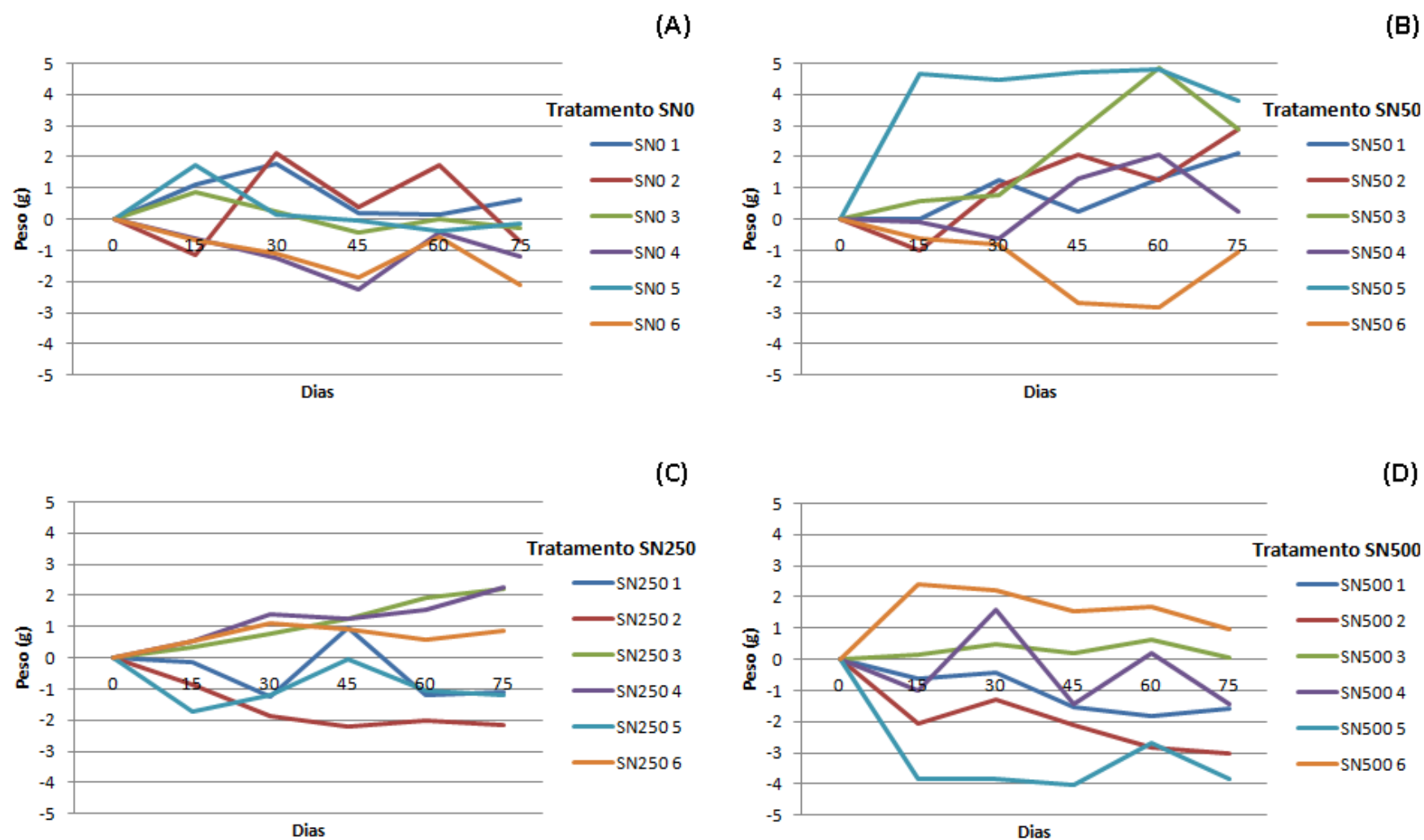


Figura 2 Comparativo do incremento do peso durante o experimento nos tratamentos. O eixo y mostra o incremento do peso comparado ao peso no início do tratamento (origem), o eixo x é formado pelos dias do experimento. Réplicas SNX 1 e 2 se encontram no bloco1, réplicas SNX 3 e 4 no bloco 2 e réplicas SNX 5 e 6 no bloco 3. Medições feitas quinzenalmente.

Ao analisarmos o incremento do peso durante o experimento por bloco, parece não haver um padrão no desempenho das réplicas similar ao observado na análise dos tratamentos, isto é, oscilação no peso em diferentes intensidades. No bloco 1 (figura 3 A), 50% das réplicas apresentaram o efeito “serrote” até o final do experimento. 37,5% das réplicas não tiveram incremento de peso inicial, realizaram uma recuperação e ao final do tratamento declinaram. Em termos de análise por bloco, a partir da introdução do NaCl este prepondera sobre o efeito luminosidade.

O bloco 2 (figura 3 B) destaca-se por apresentar menor amplitude em relação ao incremento ou decréscimo de peso nos primeiros 15 dias de tratamento. Entretanto, ao final do experimento 50% das réplicas apresentaram peso acima daquele ao início do aporte de NaCl. Apenas a réplica SN500 4 aparenta sofrer o efeito “serrote”. As réplicas SN250 3 e SN250 4 ganharam peso de forma contínua até o final do experimento, apresentando um comportamento bastante particular neste bloco quando comparadas as réplicas deste tratamento (SN250) nos outros blocos.

No bloco 3 (figura 3 C) as réplicas dos tratamentos SN50 e SN500 se comportaram de forma antagônica. Enquanto nas réplicas SN50 5 e SN500 6 o peso aumentou, nas réplicas SN50 6 e SN500 6 houve uma diminuição no peso. Estando essas réplicas sob mesmas condições e tratamentos, a variação ocorrida neste caso não pode ser justificada pelos parâmetros abióticos. Este grupo se destaca em relação aos anteriores por apresentar comportamento diferenciado entre as réplicas logo em seguida a adição de NaCl. Com exceção do SN0 5, todas as réplicas que apresentaram incremento em peso desde o início do tratamento, isto é, 50 %, tiveram êxito no crescimento.



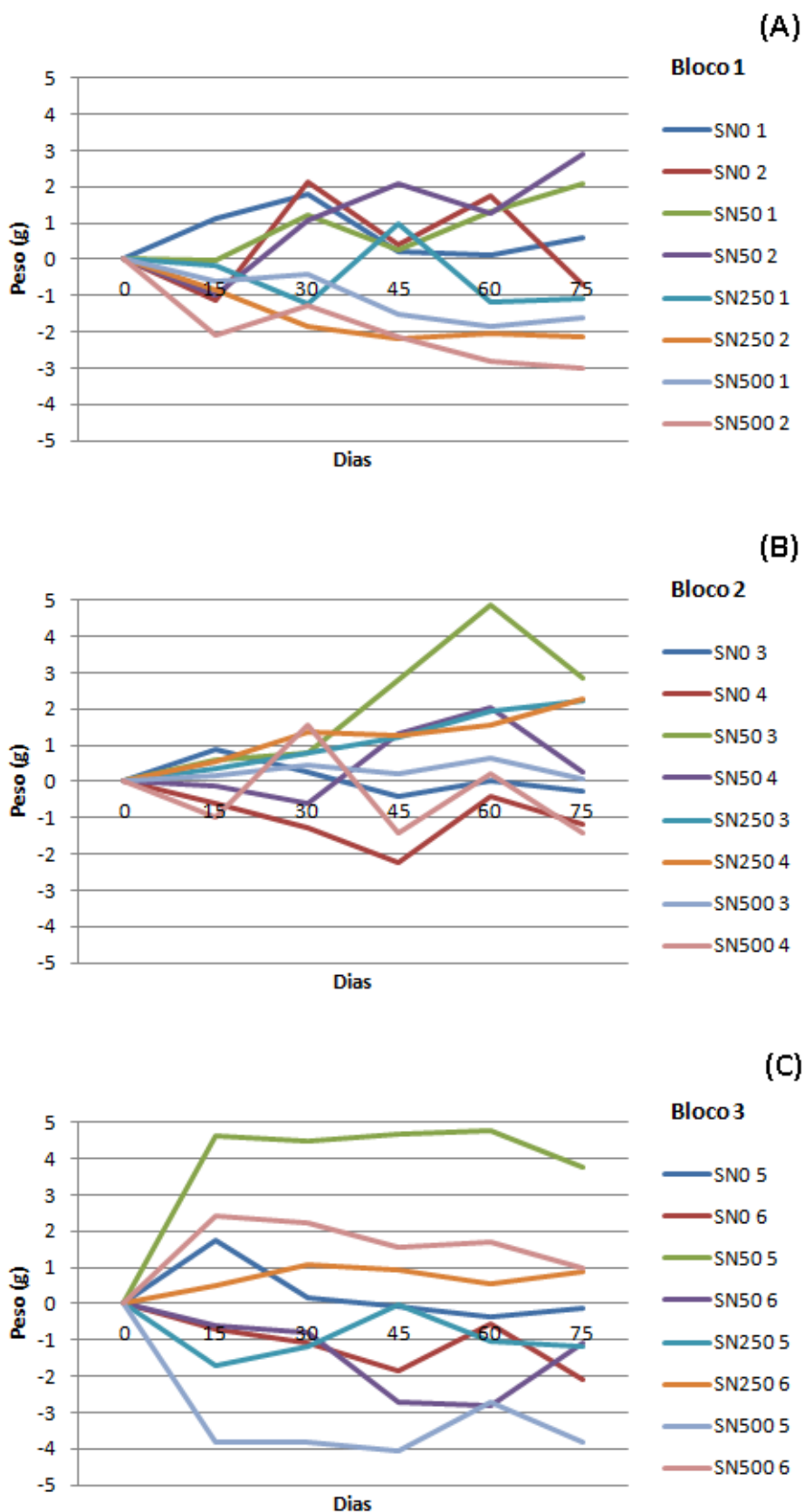


Figura 3 Comparativo do incremento do peso durante o experimento nos blocos. O eixo y mostra o incremento do peso comparado ao peso no início do tratamento (origem), o eixo x é formado pelos dias do experimento. Réplicas SNX 1e 2 (bloco1), SNX 3e 4 (bloco2) e SNX 5e 6 (bloco3). Medições feitas quinzenalmente.

### Crescimento dos propágulos em IPF

Ao final do experimento pesamos novamente os propágulos e calculamos o IPF (Peso final do experimento – Peso início dos tratamentos). Esse incremento é referente ao período após a inserção do NaCl nos tratamentos caracterizando o efeito deste nos propágulos. Por fim, calculamos a ANOVA para os valores obtidos.

A Tabela 5 apresenta os valores da ANOVA para o IPF. Entre blocos não houve diferença significativa. Já entre tratamentos houve diferença significativa. A variação entre os tratamentos foi quantificada pelo teste de Tukey apresentado na Tabela 6. Essa distinção é justificada pela análise do incremento médio de peso, sendo que o tratamento SN50 registrou aumento de 5,8 g, seguido pelo SN250 (4,2 g), SN0 (3,4 g) e SN500 (2,5 g).

**Tabela 5** Análise de variância (ANOVA) do incremento de peso final (IPF) dos propágulos de *R. mangle* do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. Sendo IPF= Peso final do experimento – Peso início dos tratamentos.

FV	GL	F	p
Tratamentos	3	4,0034 *	0,0345
Blocos	2	0,8254 ns	0,4615
Trat x Bloc	6	0,8928 ns	0,5299

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ).

ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

**Tabela 6** Teste de Tukey do incremento de peso final (IPF) dos propágulos de *R. mangle* do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES. Sendo IPF= Peso final do experimento – Peso início dos tratamentos.

Tratamento	Médias de tratamento
SN 0	3,4 ab
SN 50	5,8 a
SN 250	4,2 ab
SN 500	2,5 b

Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### Comparativo do IPI e IPF dos propágulos

A figura 4 mostra os gráficos comparativos por bloco do incremento do peso durante o experimento, isto é, IPI e IPF. Os gráficos descrevem a variação discriminada pelo teste de Tukey citado anteriormente (Tabela 6). No bloco 1, quanto ao IPI, as réplicas se comportaram

de forma variada, algumas aumentando valores que variam de 1 até 7 g (SN0 1, SN0 2, SN250 1, SN500 2), enquanto outras diminuindo o peso em torno de 0.2 g a até 5 g (SN50 1, SN50 2, SN250 2, SN500 1). Em relação ao IPF quase todas as réplicas apresentaram um declínio no peso, com exceção das réplicas do tratamento SN50 (SN50 1 e SN50 2), e uma das réplicas do tratamento SN0 (SN0 2), que mesmo estando no bloco 1 (nenhum sombreamento), conseguiram aumentar o peso.

No bloco 2, o IPI de todas as réplicas aumentaram em valores que foram de 2 g até 8 g, verdadeiro avanço no incremento, se comparado ao bloco 1, reforçando a proposição do sombreamento atuando sobre o crescimento das plântulas. No IPF (após a inserção do NaCl) apenas as réplicas dos tratamentos SN50 e SN250 obtiveram aumento no peso que compreendeu de 0,5 g a 3 g. Todas as réplicas do tratamento SN0 tiveram declínio no peso e do tratamento SN500 teve réplica com reduzido incremento e outra com perda de 1 g. Para as réplicas do tratamento SN0, a carência de NaCl pode ter sido um fator limitante para o seu crescimento. Em contrapartida, nas réplicas do tratamento SN500, a concentração de sal do tratamento pode ter levado à perda de peso.

O IPI no bloco 3, com exceção da réplica SN50 5 (perdeu 0,5 g), foi positivo em todas as demais réplicas, com incremento que foram de 2 g a 9 g. Por outro lado, em relação ao IPF, a eficiência do aumento de peso ocorreu apenas com as réplicas SN50 5, SN250 6 e SN500 6, sendo, respectivamente, de 4 g, 1 g e 1g. O IPF nas réplicas S0 5, SN0 6, SN50 6, SN250 5 e SN500 5 reportaram decréscimo de 0,1 g a até 4 g.

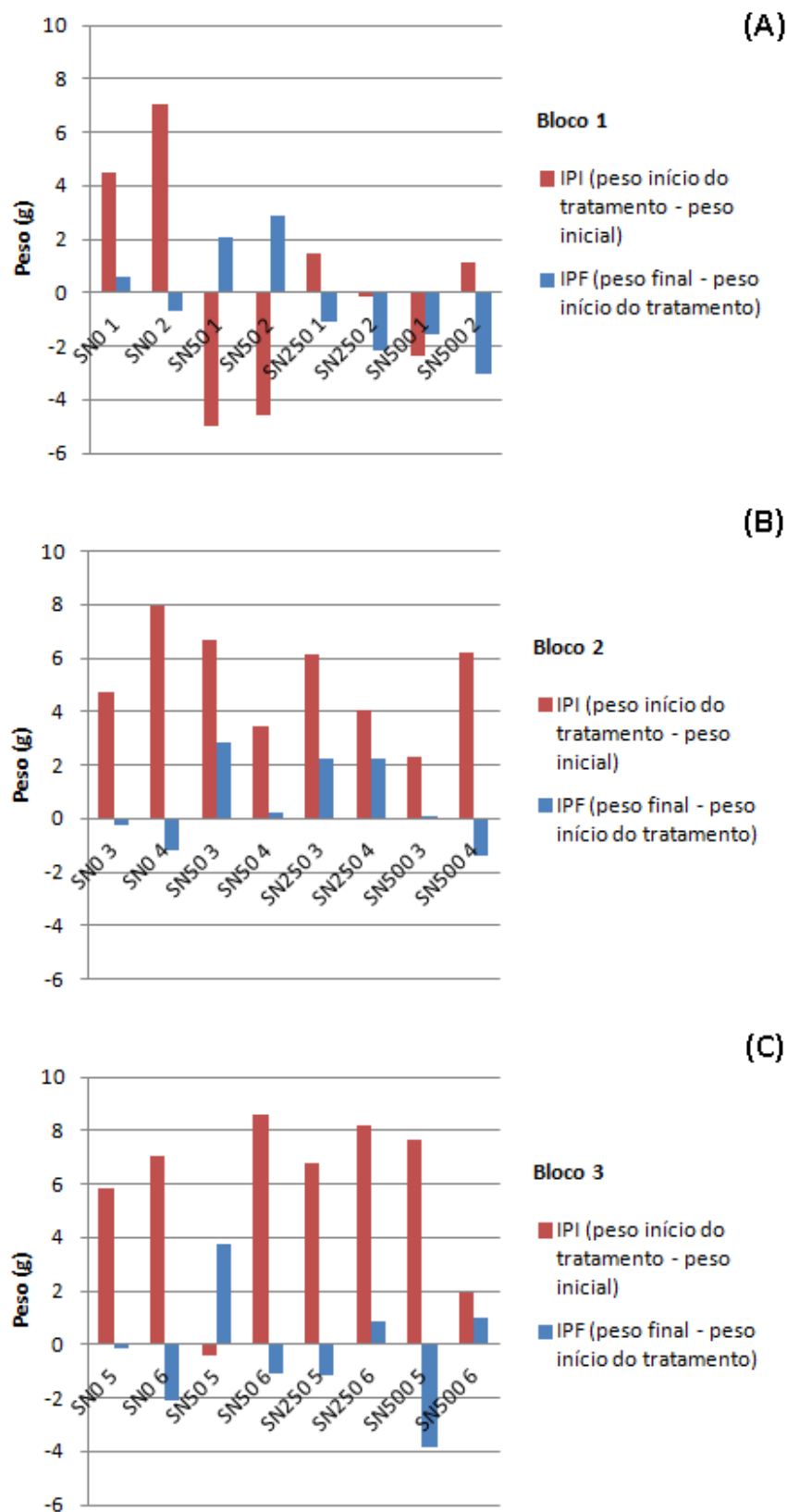
A figura 5 mostra os gráficos comparativos do IPI e IPF por tratamento. Todas as réplicas do tratamento SN0 (controle) incrementaram o peso até o início do tratamento em aproximadamente de 4 g a 8 g. Porém, nesse tratamento ao comparar o incremento de peso final, apenas a réplica SN0 1 acumulou cerca de 1g.

O IPI para o tratamento SN50 foi positivo para as réplicas em 50% variando de 3 g a 8 g, o restante das réplicas teve perda de peso de 1 g a até 5 g. Em relação ao IPF, o tratamento SN50 teve os melhores resultados ao final experimento, com exceção da réplica SN50 6 que perdeu cerca de 1 g, todas as demais réplicas incrementaram o peso em cerca de 0,5 g a 4g. As réplicas SN50 1 e SN50 2 que tiveram seu IPI diminuído em cerca de 4 g, após o inclusão de NaCl este insucesso reverteu no IPF quando estas réplicas obtiveram um incremento de cerca de 2 g, mostrando que a presença de sal auxiliou na recuperação de parte desta biomassa.

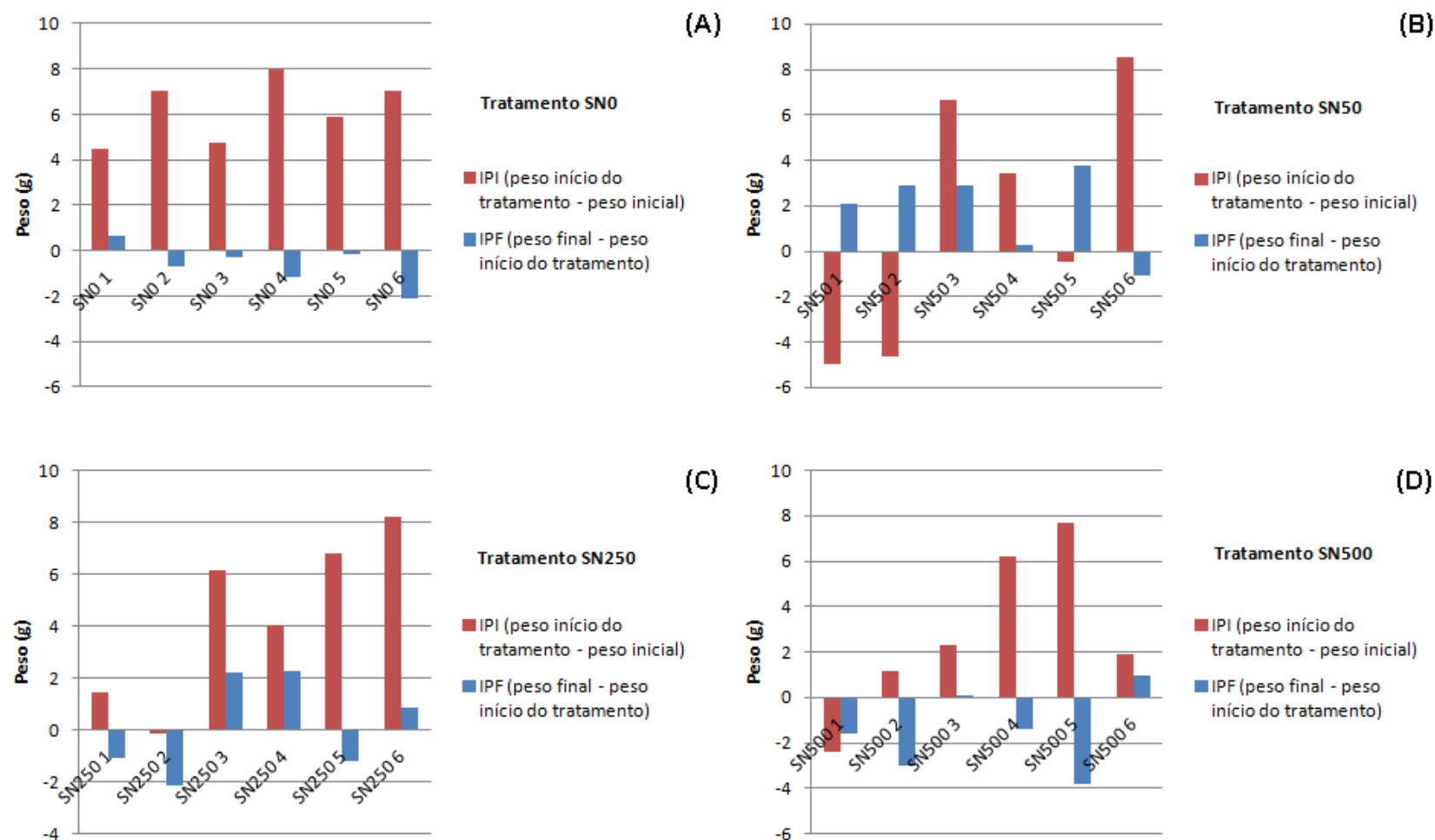
No tratamento SN250 assim como no SN50 houve variações de aumento e decréscimo de IPI. As réplicas SN250 1, SN250 3, SN250 4, SN250 5 e SN250 6 apresentaram acréscimo positivo variando de aproximadamente 2 g a 8 g. Já a réplica SN250 2 quase igualou o seu peso

inicial, apresentando uma pequena diminuição. No final do experimento, metade das réplicas diminuíram seu o IPF em cerca de 0,2 g até 2 g. As demais aumentaram o peso em valores de 1 g a até 2g (réplicas SN250 3, SN250 4 e SN250 6). O tratamento SN250 foi o segundo melhor em desempenho na presença de sal.

Com exceção da réplica SN500 1 que diminuiu o IPI em aproximadamente em 3 g, todas as demais réplicas do tratamento SN500 aumentaram o IPI em cerca de 1 g a até 8 g. O oposto aconteceu quanto ao IPF, com exceção da réplica SN500 6 (aumentou cerca de 1 g), em todas as demais réplicas o peso diminuiu em cerca de 2 g a até 4 g. O tratamento SN500 teve o pior desempenho de todos os tratamentos seguido pelo controle.



**Figura 4** Comparativo do incremento do peso dos nos blocos. IPI (Incremento do peso no início do tratamento) = peso início do tratamento – peso inicial e IPF (Incremento do peso no final do experimento) = peso final do tratamento – peso início do tratamento. Réplicas SNX 1e 2 (bloco1), SNX 3e 4 (bloco2) e SNX 5e 6 (bloco3). Medições feitas quinzenalmente.



**Figura 5** Comparativo do incremento do peso dos nos tratamentos. Incremento do peso no início do tratamento = peso início do tratamento – peso inicial e Incremento do peso no final do experimento = peso final do tratamento – peso início do tratamento. Réplicas SNX 1e 2 (bloco1), SNX 3e 4 (bloco2) e SNX 5e 6 (bloco3). Medições feitas quinzenalmente.

A Tabela 7 apresenta a ANOVA para os dados de comprimento final das réplicas. Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto ao comprimento final médio, similar ao observado no início do cultivo. Mas, entre os blocos houve diferença significativa ( $p = 0,0021$ ). Esta variação entre os blocos foi quantificada pelo teste de Tukey apresentado na Tabela 8, que separou os blocos em três grupos distintos: a (bloco 3), ab (bloco 2) e b (bloco 1). O bloco 3 atingiu os valores médios de comprimento de 34,5 cm, seguido pelo bloco 2 com 30,7 cm e pelo bloco 1 com 26,9 cm. Portanto, para o comprimento final, o fator bloco se mostrou mais impactante nas réplicas do que o fator salinidade.

Salientamos que o bloco 3 estava situado na última prateleira da germinadora, sendo sombreado pelos recipientes dos blocos 2 e 1. Nesse caso, o fator sombreamento, pode ter sido crucial para o crescimento dos propágulos, pois no bloco 3 (sombreado pelos blocos 1 e 2) os propágulos obtiveram o maior crescimento, seguidos pelo bloco 2 (sombreado pelo bloco 1), e bloco 1 (não sombreado) onde obtiveram o menor crescimento.

**Tabela 7 Análise de variância (ANOVA) do comprimento final dos propágulos de *R. mangle* do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.**

FV	GL	F	p
Tratamentos	3	1,2052 ns	0,3498
Blocos	2	10,6658 **	0,0021
Trat x Bloc	6	1,6730 ns	0,2109

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < ,01$ ).

ns não significativo ( $p \geq ,05$ ).

**Tabela 8 Teste de Tukey do comprimento final, entre blocos, dos propágulos de *R. mangle*, do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.**

Bloco	Médias de bloco
1	26,9 b
2	30,7 ab
3	34,5 a

Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 9 apresenta a ANOVA para os dados de peso final médio entre os tratamentos e blocos. Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto ao peso final médio. Mas ao comparar os blocos, houve diferença significativa ( $p = 0,0393$ ), quantificada pelo teste de Tukey apresentado na Tabela 10. O Bloco 3 apresentou média de peso de 20,3 g, seguido pelo Bloco 2 com 19,2 g e pelo Bloco 1 com 14,2 g. Logo, para a variável peso final, como

ocorrido para a variável comprimento final, o fator bloco se mostrou mais impactante nos propágulos do que o fator salinidade, o que nos leva a defender que o local de estabelecimento inicial dos propágulos é de suma importância para o sucesso do seu crescimento.

**Tabela 9 Análise de variância (ANOVA) do peso final dos propágulos de *R. mangle* do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.**

FV	GL	F	p
Tratamentos	3	1,2166 ns	0,346
Blocos	2	4,2899 *	0,0393
Trat x Bloc	6	1,5794	0,2354

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ).

ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

**Tabela 10 Teste de Tukey entre blocos, do peso final dos propágulos de *R. mangle*, do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.**

Bloco	Médias de bloco
1	14,20617 b
2	19,21938 ab
3	20,27455 a

Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Se considerássemos apenas os valores finais de peso fresco e comprimento das plântulas, os maiores valores foram atingidos no bloco 3 (duplamente sombreado), independente do tratamento, mascarando, assim, o efeito do sal no experimento. Por isso optamos por avaliar o experimento mediante as diferenças entre incremento de peso inicial e incremento de peso final, onde conseguimos analisar corretamente o efeito do sal. Nesse caso, independente do sombreamento e da temperatura, proporcionados pelos diferentes blocos, a salinidade foi um fator preponderante, pois houve um incremento de peso no tratamento com 50 mM e uma diminuição do peso no tratamento com 500 mM, estando o tratamento 250 mM intermediário independente do bloco em que estavam inseridos.

#### **Taxa de crescimento relativo inicial e final (RGR inicial e RGR final)**

A partir dos dados de peso, calculamos os valores para RGR inicial e final, por tratamento e bloco, e submetemos os resultados para análises ANOVA (Tabela 11). A RGR inicial sofreu variação apenas entre blocos ( $p = 0,003$ ), o que era esperado, pelos resultados obtidos com o IPI. Esta variação do RGR inicial dos propágulos de *R. mangle* entre os blocos



foi quantificada pelo teste de Tukey apresentado na Tabela 12, que separou nesta etapa os três blocos em dois grupos distintos: a (blocos 3 e 2) e b (bloco 1).

Em relação ao RGR final, a análise ANOVA foi significativa apenas entre tratamentos ( $p = 0,0345$ ), o que também era esperado, devido aos resultados obtidos com o IPF. A variação entre os tratamentos foi quantificada pelo teste de Tukey apresentado na Tabela 13, que separou os quatro tratamentos em três grupos distintos: a (SN50), ab (SN250 e SN0) e b (SN500).

**Tabela 11** Análise de variância (ANOVA) da taxa de crescimento relativa inicial (RGR inicial) e da taxa de crescimento relativo final (RGR final) dos propágulos de *R. mangle* do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.

FV	GL	RGR Inicial		RGR Final	
		F	p	F	p
Tratamentos	3	3,3542 ns	0,0554	4,0034 *	0,0345
Blocos	2	9,7287 **	0,003	0,8254 ns	0,4615
Trat x Bloc	6	1,2656 ns	0,3419	0,8928 ns	0,5299

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ).

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ).

ns não significativo ( $p \geq .05$ ).

**Tabela 12** Teste de Tukey do RGR inicial entre blocos, dos propágulos de *R. mangle*, do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.

Bloco	Médias de tratamento
1	3,01 b
2	3,25 a
3	3,28 a

Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 13** Teste de Tukey do RGR final entre tratamentos, dos propágulos de *R. mangle*, do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.

Bloco	Médias de tratamento
SN0	2,95 ab
SN50	3,14 a
SN250	3,01 ab
SN500	2,88 b

Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### **Alocação de biomassa dos propágulos**

Ao analisarmos os parâmetros de crescimento por bloco (Tabela 14), no tratamento SN0, a biomassa seca de raiz (MSR) e a biomassa seca aérea (MSA) apresentaram em média o mesmo peso, cerca de 0,54 g. O mesmo fato se dá no tratamento SN250, MSR e MAS possuem 0,41 e 0,47g, respectivamente. Já o tratamento SN50 investiu mais de peso na MSA (0,37 g) do que na MSR (0,27 g). O tratamento SN500 mostrou o oposto, investiu mais na MSR (0,33 g) do que na MSA (0,23 g).

Para o parâmetro biomassa seca do hipocótilo (MSH), mais uma vez o tratamento SN0 foi o maior, com 6,68 g, seguido pelo SN500 com 6,56 g, SN250 com 6,51 g e, por último, o tratamento SN50 com 6,38 g.

No percentual do peso por compartimento, os tratamentos SN0 e SN500 investiram 9% em MSR, seguidos pelo SN250 com 8% e SN50 com 6%. O tratamento SN500 investiu 88% do seu peso seco total em MSH, seguido pelo SN50 com 87%, SN250 com 84% e SN0 com 82%. Por fim em relação ao percentil de MSA, o tratamento SN0 investiu 9%, seguido pelos tratamentos SN50 e SN250 ambos com 8% e, por fim, o tratamento SN500 com 3%.

**Tabela 14 Médias dos parâmetros de alocação de biomassa ( $\pm$  D.P.) e porcentagem de biomassa medidos em propágulos de *R. mangle*, crescidos nos diferentes tratamentos.**

	Tratamentos			
	SN0	SN50	SN250	SN500
MSR (g)	0,54 $\pm$ 0,1	0,27 $\pm$ 0,2	0,41 $\pm$ 0,2	0,33 $\pm$ 0,1
MSH (g)	6,68 $\pm$ 0,5	6,38 $\pm$ 1,0	6,51 $\pm$ 1,6	6,56 $\pm$ 1,0
MSA (g)	0,54 $\pm$ 0,3	0,37 $\pm$ 0,4	0,47 $\pm$ 0,3	0,23 $\pm$ 0,2
MST (g)	7,76	7,02	7,39	7,12
% de MSR	0,09	0,06	0,08	0,09
% de MSH	0,82	0,87	0,84	0,88
% de MSA	0,09	0,08	0,08	0,03

Ao analisarmos os parâmetros de crescimento por bloco (Tabela 15), em geral o bloco 3 atingiu o maior valor de MSR (0,48 g) seguido pelo bloco 2, com 0,45 g e, por fim, o bloco 1 com 0,24 g. Para aos valores de MSH ocorreu o oposto, o bloco 1 obteve os maior valor, isto é, 7,08 g; seguido pelo bloco 2 com 6,39 g e o bloco 3 com 6,13 g. No parâmetro MSA, os blocos seguiram a mesma ordem que o MSR, bloco 3 em primeiro lugar com 0,53 g, bloco 2 com 0,47 g e bloco 1 com 0,21 g.

No percentual de peso por compartimento, os blocos 2 e 3 investiram 10% em MSR, e o bloco 1 investiu 5%. O bloco 1 foi o que mais investiu em MSH (92%), seguido pelo bloco 2 com 83% e bloco 3, 81%. Os blocos 2 e 3 investiram o mesmo percentil em MSA, 9%, já o bloco 1 investiu 5%, o que explica o valor mais elevado de MSH observado.

**Tabela 15 Médias dos parâmetros de alocação de biomassa ( $\pm$  D.P.) e porcentagem de biomassa medidos em propágulos de *R. mangle*, crescidos nos diferentes blocos.**

	Blocos		
	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
MSR (g)	0,24 $\pm$ 0,2	0,45 $\pm$ 0,1	0,48 $\pm$ 0,1
MSH (g)	7,08 $\pm$ 1,1	6,39 $\pm$ 0,9	6,13 $\pm$ 0,9
MSA (g)	0,21 $\pm$ 0,3	0,47 $\pm$ 0,3	0,53 $\pm$ 0,2
% de MSR	0,05	0,10	0,10
% de MSH	0,92	0,83	0,81
% de MSA	0,03	0,09	0,09

A Tabela 16 apresenta os valores da ANOVA para os parâmetros de biomassa seca de raiz e hipocótilo. Não houve diferença significativa para o peso seco do hipocótilo entre tratamentos e blocos. Já para raiz, houve diferença significativa entre tratamentos, blocos e na interação tratamentos e blocos, essa variação foi quantificada pelo teste de Tukey apresentado na Tabela 17. Essa tabela mostra que a salinidade só foi importante em luz plena (bloco 1) e que a luz não foi relevante nos extremos de salinidade (0 e 500).

**Tabela 16. Análise de variância (ANOVA) da biomassa seca de raiz (MSR) e hipocótilo (MSH) dos propágulos de *R. mangle* do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.**

FV	GL	MSR		MSH	
		F	p	F	p
Tratamentos	3	6,7549**	0,0064	0,0657 ns	0,977
Blocos	2	11,3273**	0,0017	1,4386 ns	0,2754
Trat x Bloc	6	3,1553*	0,0427	0,5513 ns	0,7605

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < ,01$ ).

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $,01 \leq p < ,05$ ).

**Tabela 17 Teste de Tukey para interação entre tratamentos e blocos na biomassa seca de raiz.**

Tratamento	Bloco		
	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
SN0	0,569 aA	0,498 aA	0,566 aA
SN50	0,006 bB	0,464 aA	0,353 aA
SN250	0,133 bB	0,519 aA	0,582 aA
SN500	0,256 abA	0,311 aA	0,434 aA

Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas para coluna, letras minúsculas para linha.

A Tabela 18 apresenta os valores da ANOVA para os parâmetros de biomassa seca da parte aérea e biomassa seca total. Para a biomassa seca aérea houve diferença significativa entre blocos e na interação entre tratamentos e blocos, essa variação foi quantificada pelo teste de Tukey apresentado na Tabela 19. Já em relação a biomassa seca total, não houve diferença significativa entre tratamentos e blocos. A Tabela 19 mostra novamente que a salinidade só foi importante em luz plena (bloco 1) e que a luz não foi relevante nos extremos de salinidade (0 e 500).

**Tabela 18** Análise de variância (ANOVA) da biomassa seca aérea (MSA) dos propágulos de *R. mangle* do manguezal da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.

FV	GL	MSA		MST	
		F	p	F	p
Tratamentos	3	2,4350 ns	0,1153	3,4080 ns	0,7913
Blocos	2	5,1223 *	0,0246	0,1912 ns	0,8284
Trat x Bloc	6	3,1687 *	0,0421	0,3236 ns	0,9121

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ).

ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

**Tabela 19** Teste de Tukey para interação entre tratamentos e blocos na biomassa seca de parte aérea.

Tratamento	Bloco		
	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
SN0	0,569 aA	0,498 aA	0,566 aA
SN50	0,006 bB	0,464 aA	0,353 aA
SN250	0,133 bB	0,519 aA	0,582 aA
SN500	0,256 abA	0,311 aA	0,434 aA

Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas para colunas, letras minúsculas para linha.

## Discussão

A frequência de inundação no manguezal é um dos muitos fatores que pode influenciar na sobrevivência de plântulas de mangue (TOMLINSON, 1986; KRAUSS et al., 2008). O fato dos propágulos de *R. mangle* terem sido cultivados permanentemente submersos durante todo o experimento, não interferiu no seu crescimento, como no estudo realizado por Mckee (1993), em casa de vegetação.

Nossos dados amostrais iniciais encontram-se dentro da distribuição reportada por Cheeseman (2012), cujo estudo demonstrou que os propágulos maduros de *R. mangle* variam de peso entre 5 a 35 g. Essa variação não exerceu influência nos resultados do nosso experimento, pois não houve diferença significativa quanto ao peso e comprimento iniciais entre tratamentos e blocos.

Nossos resultados mostram que os propágulos conseguiram se desenvolver (de formas e taxas distintas), em todas as condições de sombreamento, desde o bloco 3 (duplamente sombreado), bloco 2 (sombreado) e bloco 1 (não sombreado), corroborando com os relatos de Smith e Lee (1999) que apontam que *R. mangle* pode apresentar características associadas à

fenótipos tolerante e intolerante ao sombreamento permitindo que suas plântulas possam sobreviver e explorar uma maior diversidade de ambientes. Tal característica é notável uma vez que Chen e Twilley (1998) propuseram que as dessemelhanças na tolerância ao sombreamento é um importante agente de competição interespecífica durante a sucessão em um bosque de mangue, pois verificaram que *R. mangle* pode substituir *L. racemosa* que necessita uma alta disponibilidade de luz nas fases iniciais. Um fato o que chama a atenção no nosso experimento é o melhor desenvolvimento dos propágulos sob sombreamento, o que não é esperado e relatado na literatura. Supomos que isto possa ter ocorrido possivelmente devido ao estiolamento do epicótilo, causado pelo sombreamento a que estes propágulos estavam submetidos, um estudo futuro desenvolvido com esse enfoque pode vir a esclarecer essa suposição.

Para o nosso trabalho, a avaliação somente dos dados finais sem comparar os resultados obtidos antes da introdução do NaCl e após sua introdução não é adequada, uma vez que esta análise prévia demonstra que há somente diferença significativa entre blocos, ou seja, é mais correto analisar o comparativo antes e depois. Antes da introdução do NaCl houve incremento de peso significativamente distinto entre blocos, sendo os blocos 2 e 3 com peso maior que o bloco 1. Na análise final do tratamento com sal para esse parâmetro, observamos crescimento significativamente distinto apenas entre tratamentos. Desta forma, o sombreamento que resulta da avaliação por bloco passa a ser fator secundário para esse parâmetro. Este aspecto reforça a descrição de que as espécies de mangue são halófitas (TOMLINSON, 1986; KRAUSS; BALL, 2013).

Quando avaliamos o incremento de peso fresco ao final do experimento, na situação de ausência do sal, somente uma réplica apresentou incremento positivo, identificando a possível necessidade do sal para seu pleno crescimento, o que condiz com os experimentos de Werner e Stelzer (1990), que compararam o crescimento de propágulos de *R. mangle* cultivados a 0 e 200 mM de NaCl e encontraram que *R. mangle* na presença de sal foi significativamente melhor em ganho de peso fresco, do que no tratamento sem sal, sendo que os propágulos deste tratamento ao final de um ano de experimento gradualmente começaram a morrer. Na presença de sal, nossos resultados descrevem que há incremento de peso na salinidade de 50 mM e decréscimo de peso na salinidade de 500 mM. Isto resulta em avaliações de que a espécie, em condições de sal constante, tem melhor crescimento em baixas concentrações do que em condições salinas mais elevadas.

A comparação dos resultados de Werner e Stelzer (1990) com os nossos, pode sugerir que acima de 250 mM de NaCl o crescimento de *R. mangle* passa a ser comprometido,

justificando desta forma a ocorrência de *A. schaueriana* em ambientes com salinidade média acima daquela observada na água do mar (BALL; FARQUHAR, 1984).

No comparativo da taxa de crescimento final (RGR final), os maiores valores foram obtidos em salinidades 50 mM e os menores com 500 mM, sendo o tratamento 250 mM intermediário, mostrando que os propágulos submetidos a menores concentrações de sal cresceram mais do que os submetidos a maiores concentrações de sal, sendo esse fato reportado por Hoffman et al. (2006) que supõe que esse processo ocorre pois, em altas salinidades as plântulas investem mais energia em recursos e sobrevivência sacrificando assim o crescimento, enquanto em baixas salinidades as plântulas investem mais em crescimento do que em sobrevivência. Supomos que em altas salinidades o maior investimento em sobrevivência pode ser esclarecido com os gastos energéticos no controle da osmorregulação, visto que os propágulos passam a ter um maior gasto para controlar o excesso de sal. Já propágulos em menores salinidades possuem menos gastos energéticos com a osmorregulação, e conseguem investir num maior crescimento do que os propágulos em altas salinidades.

Nossos valores de biomassa seca de raiz, foram significativamente diferentes entre os diferentes níveis de sombreamento, e salinidade, o que vai parcialmente de encontro ao obtido por Krauss e Allen (2003) que relatam para propágulos de *R. mangle* diferença significativa de menor biomassa seca de raiz e caule com o aumento da luz, mas não com a variação da salinidade até 32. Em altas salinidades *R. mangle* tende a alocar mais biomassa seca em raiz do que na parte aérea. López-Hoffman et al. (2006) também reportaram aumento da alocação de biomassa seca de raiz em altas salinidades.

Se somente compararmos nossos resultados de produção de biomassa seca total os propágulos não sofreram variação quanto aos diferentes níveis de sal, resultado este que corrobora os encontrados por Bompuy et al. (2014) que encontraram que para *R. mangle* a salinidade não interfere na produção de biomassa seca total, mesmo se submetidas a salinidades constantes ou oscilantes (0 a 685 mM), nesse estudo eles não discriminam os valores de biomassa por compartimento. Comparar apenas a biomassa total pode mascarar os dados existentes por compartimento.

Para Biber (2006) as trocas gasosas (medidas pela condutância estomática) e o desempenho fotossintético (medido pela fluorescência da clorofila) em propágulos de *R. mangle* diminuíram conforme a salinidade aumentou (0 a 60 ppt). E López-Hoffman et al. (2007) em estudos envolvendo alta luminosidade e diferentes condições de salinidade (20, 70 e 167 ‰ do nível do mar) identificaram que alta luminosidade e baixas salinidades promovem o incremento de biomassa de *R. mangle* mais do que em condições de alta salinidade. Desta

forma, estes estudos de produção primária também demonstram que a salinidade afeta o crescimento de *R. mangle*.

Apesar de encontrarmos um aparente insucesso na salinidade de 500 mM, algumas réplicas apresentaram incremento de peso sugerindo que dentro de uma população existem indivíduos com capacidade de sobreviver nesta condição mais elevada de sódio e cloro. Essa capacidade é fundamental para a distribuição da espécie em escala local (SPALDING; KAINUMA; COLLINS, 2010; CLOUGH, 2013).

A plasticidade observada pela espécie em relação ao sombreamento lhe permite colonizar tanto espaços abertos, ampliando a área de ocupação do manguezal num ambiente estuarino/costeiro quanto clareiras, favorecendo a regeneração de bosques maduros por ocasião da senescência de poucos indivíduos ou em bosques que sofreram tensões locais (como mortes por raios) a modificações no fluxo de inundação.

## Conclusão

Nosso trabalho mostra que o sombreamento e a salinidade (0 a 500 mM) influenciam no crescimento de *R. mangle*. Identificar o nível de predominância desses parâmetros sobre o crescimento não deve ser constatado levando em conta a análise parcial dos dados. Baixas salinidades favorecem o crescimento dos propágulos mais do que altas salinidades, e propágulos sombreados se desenvolveram melhor que os não sombreados.

Uma análise não detalhada dos dados pode levar a interpretações que ora privilegiam o sombreamento e ora a salinidade e seu efeito sobre o crescimento dos propágulos.

Mais estudos sob condições controladas devem ser feitos para aumentar o entendimento sobre o funcionamento dos padrões de crescimento dos propágulos de *R. mangle*. Sugerimos que nesses estudos porvindouros o número de réplicas por tratamento seja maior, para evitar possíveis erros oriundos de baixa amostragem.

## Referências Bibliográficas

ALONGI, D. Paradigm shifts in mangrove biology. In: PERILLO, G. et al. (Eds.). . **Coastal Wetlands: An Integrated Ecosystem Approach**. 1. ed. Amsterdam: Elsevier, 2009. p. 615–640.

APGIII. ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Bot. J. Linnean Soc.**, v. 161, p. 105–121, 2009.



AZÓCAR, A.; RADA, F.; OROZCO, A. Relaciones hídricas e intercambio de gases en dos especies de mangle, con mecanismos contrastantes de regulación de la salinidad interna. **Ecotropicos**, v. 5, n. 2, p. 11–19, 1992.

BABA, S.; CHAN, H.; AKSORNKOAE, S. **Useful Products From Mangrove and other Coastal Plants**. 1. ed. Okinawa, Yokohama: International Society for Mangrove Ecosystems (ISME) and International Tropical Timber Organization (ITTO), 2013. p. 100

BALL, M. C. Photosynthesis in mangroves. **Wetlands**, v. 6, n. 1, p. 12–22, 1986.

BALL, M. C.; FARQUHAR, G. D. Photosynthetic and Stomatal Responses of Two Mangrove Species, *Aegiceras corniculatum* and *Avicennia marina*, to Long Term Salinity and Humidity Conditions. **Plant physiology**, v. 74, n. 1 984, p. 1–6, 1984.

BIBER, P. D. Measuring the effects of salinity stress in the red mangrove , *Rhizophora mangle* L . **Journal of Agricultural Research**, v. 1, p. 001–004, 2006.

BOMPY, F. et al. Increasing fluctuations of soil salinity affect seedling growth performances and physiology in three Neotropical mangrove species. **Plant and Soil**, v. 380, p. 399–413, 2014.

BRASIL. **Código Florestal, Lei Nº 4.771, DE 15 de Setembro de 1965**. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4771.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm)>. Acesso em: 2 fev. 2015.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 2 fev. 2015.

BRASIL. **Portaria Nº 9 de 29 de Janeiro de 2015**. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=140&data=30/01/2015>>. Acesso em: 2 fev. 2015.

CABEZAS, O. L. Sodio en plantas C4. In: GONZÁLES REBOLLAR, J. L.; CHUECA, A. (Eds.). . **C4 y CAM. Características generales y uso en programas de desarrollo de tierras áridas y semiáridas. Homenaje al Dr. Julio López Gorgé**. 1. ed. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España), 2010. p. 151–156.

CHEESEMAN, J. M. How red mangrove seedlings stand up. **Plant and Soil**, v. 355, p. 395–406, 2012.

CHEN, R.; TWILLEY, R. R. A gap dynamic model of mangrove forest development along gradients of soil salinity and nutrient resources. **Journal of Ecology**, v. 86, p. 37–51, 1998.

CINTRÓN-MOLERO, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Ecology and management of New World mangroves. In: SEELIGER, U. (Ed.). . **Coastal plant communities of Latin America**. California: Academic Press, 1992. p. 233–258.

CLOUGH, B. **Continuing the Journey Amongst Mangroves**. 1. ed. Okinawa, Yokohama: International Society for Mangrove Ecosystems (ISME) and International Tropical Timber Organization (ITTO), 2013. p. 87

CLOUGH, B. F. Growth and Salt Balance of the Mangroves *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. and *Rhizophora stylosa* Griff. in relation to Salinity. **Aust J ournal Plant Physiology**, v. 11, p. 419–430, 1984.

CLOUGH, B. F. Primary Productivity and Growth of Mangrove Forests. In: ROBERTSON, A. I.; ALONGI, D. M. (Eds.). . **Coastal and Estuarine Studies: Tropical Mangrove Ecosystem**. Washington: American Geophysical Union, 1992. p. 245–249.

DUKE, N. C.; ALLEN, J. A. *Rhizophora mangle*, *R. samoensis*, *R. racemosa*, *R. x harrisonii* (Atlantic-East Pacific red mangroves). In: ELEVITCH, C. R. (Ed.). . **Species profiles for Pacific Island Agroforestry**. 1. ed. Hawaii: Permanent Agriculture Resources (PAR), 2006. p. 1–18.

ELLISON, A. M.; FARNSWORTH, E. J. Simulated sea level change alters anatomy, physiology, growth, and reproduction of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.). **Oecologia**, v. 112, p. 435–446, 1997.

ELSTER, C. Reasons for reforestation success and failure with three mangrove species in Colombia. **Forest Ecology and Management**, v. 131, p. 201–214, 2000.

FAO. **The Worlds Mangroves 1980-2005**. 1. ed. Rome: FAO, 2007. p. 78

GIRI, C. et al. Mangrove forest distributions and dynamics (1975-2005) of the tsunami-affected region of Asia. **Journal of Biogeography**, v. 35, p. 519–528, 2008.

GIRI, C. et al. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, p. 154–159, 2011.

ISMAIL, F. A. et al. Semi-viviparous embryo development and dehydrin expression in the mangrove *Rhizophora mucronata* Lam. **Sexual Plant Reproduction**, v. 23, p. 95–103, 2010.

JUDD, W. S. et al. **Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 632

JUNCOSA, A. M. Developmental Morphology of the Embryo and Seedling of *Rhizophora mangle* L. **American Journal of Botany**, v. 69, n. 10, p. 1599–1611, 1982.

KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B. L. Biology of mangroves and mangrove Ecosystems. In: **Advances in Marine Biology**. 1. ed. [s.l.] Plymouth, 2001. v. 40p. 81–251.

KOCH, M. S. *Rhizophora mangle* L . Seedling Development into the Sapling Stage across Resource and Stress Gradients in Subtropical Florida. **Biotropica**, v. 29, n. 4, p. 427–439, 1997.

KRAUSS, K. W. et al. Environmental drivers in mangrove establishment and early development: A review. **Aquatic Botany**, v. 89, p. 105–127, 2008.

KRAUSS, K. W.; ALLEN, J. A. Influences of salinity and shade on seedling photosynthesis and growth of two mangrove species, *Rhizophora mangle* and *Bruguiera sexangula*, introduced to Hawaii. **Aquatic Botany**, v. 77, p. 311–324, 2003.

KRAUSS, K. W.; BALL, M. C. On the halophytic nature of mangroves. **Trees - Structure and Function**, v. 27, p. 7–11, 2013.

KRISTENSEN, E. et al. **Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: A review** *Aquatic Botany*, 2008.

LIMA, K. O. O. **Manutenção do Banco de Plântulas em Diferentes Bosques de Mangue na Foz do Rio Itaúnas, Conceição da Barra, Espírito Santo, Brasil**. 2014. 78p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) - Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Aracruz, 2014.

LIMA, T. M. J. **Caracterização Estrutural do Manguezal do Parque Estadual de Itaúnas, Conceição da Barra - ES**. 2007. 80p. Tese (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

LÓPEZ-HOFFMAN, L. et al. Mangrove seedling net photosynthesis, growth, and survivorship are interactively affected by salinity and light. **Biotropica**, v. 38, n. 5, p. 606–616, 2006.

LÓPEZ-HOFFMAN, L. et al. Salinity and light interactively affect neotropical mangrove seedlings at the leaf and whole plant levels. **Oecologia**, v. 150, p. 545–556, 2007.

LOVELOCK, C. et al. The effect of nutrient enrichment on growth, photosynthesis and hydraulic conductance of dwarf mangroves in Panama. **Functional Ecology**, v. 18, p. 25–33, 2004.

MACINTOSH, D. J.; ASHTON, E. C. **A Review of Mangrove Biodiversity Conservation and Management**. 1. ed. Denmark: Center for Tropical Ecosystems Research, University of Aarhus, 2002. p. 71

MAGRIS, R. A.; BARRETO, R. Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, n. 4, p. 546–556, 2010.

MANSANO, V. F.; BARROS, L. A. V; ASSUNÇÃO, V. A. **Rhizophoraceae In Lista de Espécies da Flora do Brasil . Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB208>>. Acesso em: 01 jan. 2015., 2014.

MCKEE, K. L. Soil physicochemical and mangrove patterns species - reciprocal distribution effects ? **Journal of Ecology**, v. 81, n. 3, p. 477–487, 1993.

MCKEE, K. L. et al. Mangrove isotopic (d15N and d13C) fractionation across a nitrogen vs. phosphorus limitation gradient. **Ecology**, v. 83, n. 4, p. 1065–1075, 2002.

NAIDOO, G. Factors contributing to dwarfing in the mangrove *Avicennia marina*. **Handbook of Environmental Chemistry, Volume 5: Water Pollution**, v. 97, p. 1095–1101, 2006.

NÓBREGA, N. et al. Balanço hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite Köpen para o município de São Mateus – ES. XVIII. In: Congresso Nacional de Irrigação e drenagem. **Anais...** São Mateus, Espírito Santo., 2008.

OLIVEIRA, V. F. **Influência do estresse hídrico e salino na germinação de propágulos de *Avicennia schaueriana* Stapf e Leechman ex Moldenke e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.** 2005. 82p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, 2005.

PASCOALINI, S. S. et al. Abordagem Ecofisiológica dos Manguezais: uma revisão. **Biotemas**, v. 27, n. 3, p. 1–11, 2014.

RABINOWITZ, D. Early Growth of Mangrove Seedlings in Panama, and an Hypothesis Concerning the Relationship of Dispersal and Zonation. **Journal of Biogeography**, v. 5, n. 2, p. 113–133, 1978.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia das Plantas**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 774

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. et al. Brazilian mangroves. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 3, p. 561–570, 2000.

SCHOLANDER, P. F. et al. Salt balance in mangroves 1. **Plant physiology**, v. 37, p. 722–729, 1962.

SCHOLANDER, P. F. How mangroves desalinate seawater. **Physiologia Plantarum**, v. 21, p. 251–261, 1968.

SMITH, S. M.; LEE, D. W. Effects of light quantity and quality on early seedling development in the red mangrove, *Rhizophora mangle* L. **Bulletin Of Marine Science**, v. 65, n. 3, p. 795–806, 1999.

SOARES, M. L. . **Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brasil – Análise de modelos**. 1997. 560 p. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SOARES, M. L. G. et al. Southern limit of the Western South Atlantic mangroves: Assessment of the potential effects of global warming from a biogeographical perspective. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 101, p. 44–53, 2012.

SOUSA, W. P. et al. Supply-side ecology in mangroves: Do propagule dispersal and seedling establishment explain forest structure? **Ecological Monographs**, v. 77, n. 1, p. 53–76, 2007.

SPALDING, M.; KAINUMA, M.; COLLINS, L. **World Atlas of Mangroves**. 1. ed. Malta: Gutenberg Press, 2010. p. 336

SUÁREZ, N.; MEDINA, E. Salinity effect on plant growth and leaf demography of the mangrove, *Avicennia germinans* L. **Trees - Structure and Function**, v. 19, p. 721–727, 2005.

SUÁREZ, N.; MEDINA, E. Influence of salinity on Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> accumulation, and gas exchange in *Avicennia germinans*. **Photosynthetica**, v. 44, n. 2, p. 268–274, 2006.

TAFFOUO, V. et al. Salinity effect on seedling growth, water, sodium and potassium distributions in the mangrove species (*Avicennia germinans* L. (Avicenniaceae)) in semi controlled conditions. **Agronomie Africaine**, v. 19, n. 3, p. 263–270, 2009.

**The Plant List**. Disponível em: < <http://www.theplantlist.org/>>. Acesso em: 1 jan. 2015.

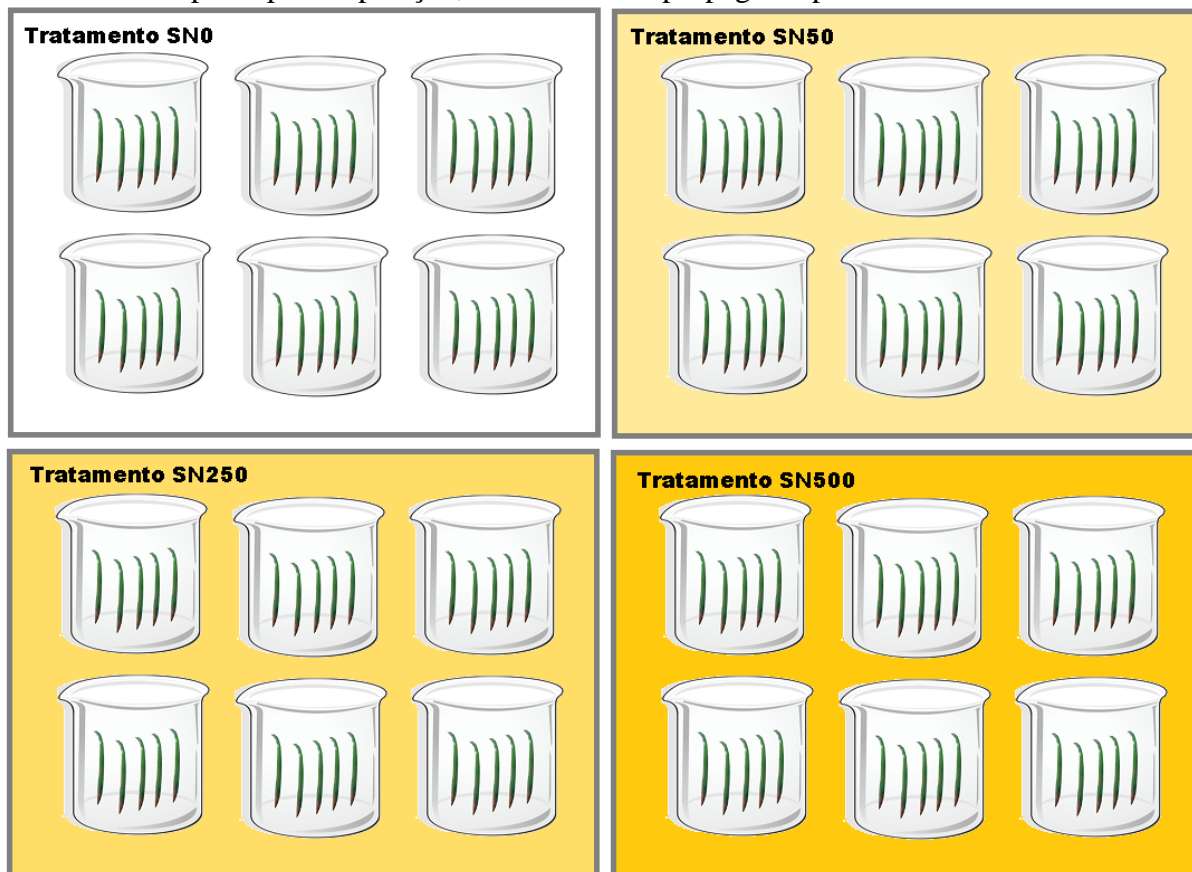
TOMLINSON, P. B. **The botany of mangroves**. 1. ed. Cambridge: Cambridge Press, 1986. p. 419

WERNER, A.; STELZER, R. Physiological responses of the mangrove «*Rhizophora mangle*» grown in the absence and presence of NaCl. **Plant, Cell and Environment**, v. 13, n. July 1986, p. 243–255, 1990.

YE, Y. et al. Growth and physiological responses of two mangrove species (*Bruguiera gymnorhiza* and *Kandelia candel*) to waterlogging. **Environmental and Experimental Botany**, v. 49, p. 209–221, 2003.

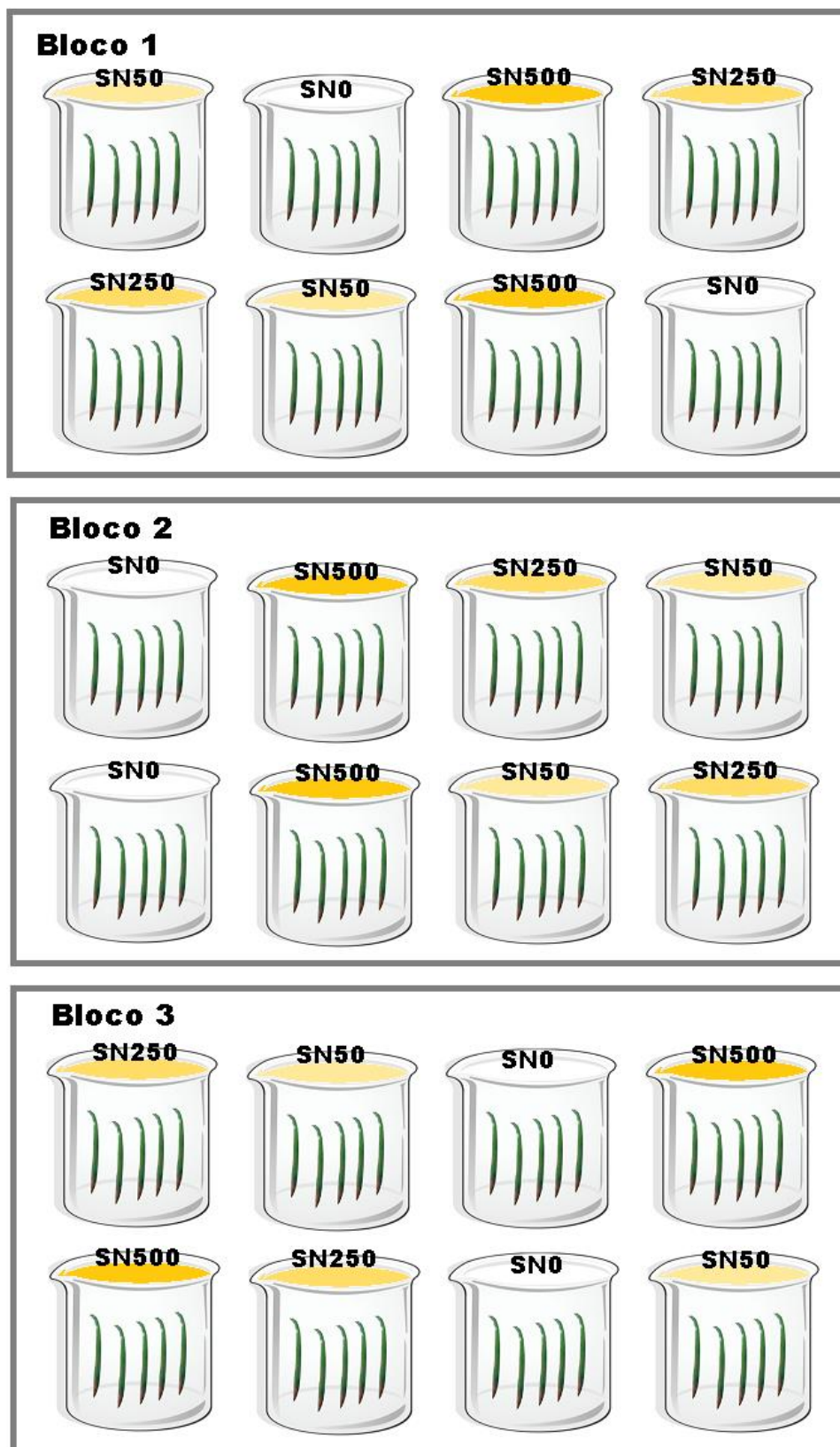
## Apêndices

Apêndice 1. Croqui dos tratamentos do experimento. Para o experimento foram selecionados 120 propágulos aleatoriamente, distribuídos em quatro tratamentos. Cada tratamento, elaborado em recipientes plásticos, possuía 6 réplicas contendo 5 propágulos cada réplica, sorteados aleatoriamente por réplica e posição, totalizando 30 propágulos por tratamento



\*Cores fantasia.

Apêndice 2. Croqui da distribuição dos tratamentos na germinadora. Bloco 1 bandeja superior, bloco 2 bandeja intermediária e bloco 3 bandeja inferior. Cada bloco possui 2 réplicas de cada tratamento.



\*Cores fantasia.

## Anexos

Anexo 1. Solução nutritiva número 2 de Hoagland & Arnon (pH = 6), padronizada por Salisbury e Ross (2013).

Macronutrientes	mM	Micronutrientes	mM
KNO <sub>3</sub>	6	MnCl <sub>2</sub> . 4H <sub>2</sub> O	0,009
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . 4H <sub>2</sub> O	4	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,046
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1	ZnSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	0,0008
MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	2	CuSO <sub>4</sub> . 5H <sub>2</sub> O	0,0003
Quelato de Fe <sup>a</sup>		H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> . H <sub>2</sub> O	0,0001

<sup>a</sup> Eles fizeram uma solução estoque de quelato de ferro em uma concentração final de 5g/litro e depois acrescentaram 2mL a cada litro da solução nutriente duas vezes por semana.